



علم الحياة الحيوانية (2)
التكاثر وعلم الجنين



منشورات جامعة دمشق

كلية العلوم

علم الحياة الحيوانية (2)

التكاثر وعلم الجنين

تأليف

الدكتورة أميرة أومري

أستاذ في قسم البيولوجيا الحيوانية

١٤٣١ - ١٤٣٢ هـ

٢٠١٠ - ٢٠١١ م

جامعة دمشق

الفهرس

الصفحة

٩	مقدمة
١١	مفردات المنهاج
١٣	الفصل الأول
١٥	لمحة تاريخية
١٧	نظريتنا التكوّن
٢٠	تعاريف مهمة في علم الجنين
٢١	التكاثر اللاجنسي وأنماطه
٢١	الانشطار
٢٣	التبرعم
٢٤	تشكل الدريّات
٢٤	التكيس
٢٥	التجديد
٢٦	التكاثر الجنسي
٢٦	التكوّن البكري
٢٧	الفصل الثاني : تشكل الأعراس لدى الثدييات
٢٩	تشكل الأعراس الذكرية
٤٠	تشكل الأعراس الأنثوية
٤٢	الجريبات وتطورها

الفصل الثالث: الإلقاح

٤٩

- اصطدام النطفة بالبيضة ٥١
- التصاق النطفة بالبيضة ٥٣
- اختراق النطفة للبيضة ٥٦
- تفعيل النطفة ٥٦
- تفعيل البيضة ٦٢
- عوامل الإلقاح وحيد النطفة ٦٨
- الحركات السيتوبلازمية للبيضة نتيجة الإلقاح ٧٠
- بيضة قنفذ البحر ٧٠
- بيضة الكأسي ٧١
- بيضة الضفدع ٧٢
- النطفة داخل البيضة ٧٤
- الإلقاح خارج الجسم ٧٦

الفصل الرابع : التقسيم أو التفلج

٧٧

- أنماط التقسيم ٨١
- أنماط التقسيم تبعاً لتصنيف البيوض بحسب كمية المح وتوزيعها في السيتوبلازما : ٨٤
- بيوض قليلة المح ٨٤
- بيوض متوسطة المح ٨٤
- بيوض غزيرة المح ٨٥
- بيوض مركزية المح ٨٦
- التوتية ٨٩
- الأصلية وأنماطها ٩١

٩١	- الأصيلة المحوفة
٩٣	- الأصيلة المحيطية
٩٣	- الأصيلة غير المحوفة
٩٣	- الأصيلة القرصية
٩٥	الفصل الخامس: تشكل المعيدة
٩٨	- أنماط تشكل المعيدة
٩٩	- تشكل المعيدة بالانخماص
١٠١	- تشكل المعيدة بالإحاطة الخارجية
١٠١	- تشكل المعيدة بالهجرة
١٠٢	- تشكل المعيدة بالتصفيح
١٠٣	- لمحة عن التمايز وتشكل الأعضاء
١٠٥	الفصل السادس: التنامي الجنيني لدى شوكيات الجلد
١٠٧	- التقسم وتشكل الأصيلة
١٠٨	- تشكل المعيدة
١١٠	- يرقة بلوتينوس
١١١	الفصل السابع: التنامي الجنيني لدى البرمائيات
١١٥	- التقسم وتشكل الأصيلة
١١٧	- المعيدة
١٢٣	- تشكل البدئات الأولية للأعضاء (مشتقات الأدمات)
١٢٣	- مشتقات الأدمة الخارجية
١٢٩	- مشتقات الأدمة الوسطى
١٣٤	- مشتقات الأدمات الداخلية
١٤٣	الفصل الثامن: التنامي الجنيني لدى الطيور
١٤٧	- التقسم
١٥٢	- تشكل المعيدة

١٦٠	- مشتقات الأدمات
١٦٠	- مشتقات الأدمة الخارجية
١٦٤	- مشتقات الأدمة الوسطى
١٧٠	- مشتقات الأدمة الداخلية
١٧٥	الفصل التاسع : تشكل الملحقات الجنينية
١٧٨	- الكيس المحي
١٧٩	- السلى والمشيم
١٨٢	- الوشيقة
١٨٧	الفصل العاشر : التنامي الجنيني لدى الثدييات
١٩٠	- الحمل والإنغراس وتشكل المشيمة
١٩٤	- التقسم وتشكل الحويصل الأصل
١٩٨	- تشكل السلى والجوف السلوي
١٩٨	- تشكل الكيس المحي والنسيج المتوسط خارج جنيني
٢٠٠	- المشيم
٢٠٣	- وظائف الكيس المحي
٢٠٣	- وظائف الجوف السلوي والسلى
٢٠٣	- تشكل الوشيقة
٢٠٤	- الحبل السري
٢٠٤	- تشكل المعيدة
٢٠٦	- أنماط المشيمة
٢٠٩	- وظيفة المشيمة
٢١١	- المصطلحات العلمية
٢٢٠	- المراجع العربية
٢٢٢	- المراجع الأجنبية

مُقَدِّمَةٌ

أدرج هذا الكتاب بعنوان علم الحياة الحيوانية (2) - التكاثر وعلم الجنين - لطلاب السنة الأولى - علم الحياة - ضمن الخطة التدريسية الجديدة.

ومن خلال تدريسي تلك المادة عدة سنوات، وجدت أن الطالب يحتاج لمبادئ أساسية في علم الجنين تساعد على فهم التفاصيل الدقيقة والجزئية في سنوات أعلى كعلم الجنين الجزئي.. وابتعدت في تناولي موضوعات الكتاب عن النمطية السائدة في معالجة الموضوعات في مراجع قيمة وعديدة. لتسهيل الاستيعاب عند الطلاب.

وقد احتوى هذا الكتاب بين دفتيه، مقدمة تاريخية، تدل على أن العرب هم أول من استخدم أصول مبادئ البحث العلمي في تجاربهم ومعارفهم وتقصيلهم عن الحقائق العلمية.

وفيما يتعلق بعلم الجنين، كان العالم العربي ابن قيم الجوزية (1291-1350م) قد سبق العلماء الأوروبيين في وضع نظرية تكوّن الفرد، بالإضافة، إلى ذكر جهود علماء العرب الحديثين في هذا المجال. ونقدم للطلاب بعض التعاريف المهمة في علم الجنين.

ومن ثم بعض أنماط التكاثر اللاجنسي والجنسي، ونعرّفه عن مراحل تكوّن الأعراس الذكورية والأنثوية، لندخل إلى مفهوم الإلقاح ومراحله المهمة للوصول إلى مرحلة تقسم البيضة الملقحة وأنماطها، تبعاً لتصنيف البيوض، التي تختلف

حسب الزمر الحيوانية، وتطورها خلال تاريخها النوعي. والدخول إلى مرحلة المعيدة وانتهاءً بتشكيل البدئات الأولية للأعضاء . بعد ذلك قدمت دراسة عن التسامي الجنيني للفقاريات، لدى شوحيات الجلد كقنفذ البحر والتسامي الجنيني للفقاريات، لدى البرمائيات كالضفادع، ولدى الطيور كالدجاج، مع دراسة ملحقاته الجنينية، ولدى الثدييات كالإنسان وتكوّن ملحقاته الجنينية في فصول تباعية.

حرصت قدر الإمكان على توخي الدقة العلمية في سرد الموضوعات المتعلقة بمحتاج الكتاب، مستخدمة مصطلحات علمية يتفق عليها أغلب الباحثين، بالإضافة إلى الأشكال التوضيحية المناسبة.

أرجو من خلال هذا الكتاب، أن أكون قد أسهمت في تقديم المعلومة القيمة للطالب وللمهتمي علم الأجنة، وقد حاولت قدر الإمكان أن أبسط هذه المعلومة لما لها من صعوبات خاصة في معالجتها.

وآمل أن أكون قد وفقت في هذا الجهد المتواضع، بتقديم مادة علمية أساسية، تسهم في إغناء مكتبتنا العربية.

والله ولي التوفيق .

دمشق في ٢٠٠٣/٥/١٤ م

د. أميرة أوامري

مفردات المنهاج لمقرّر علم الحياة الحيوانية (2)
(التكاثر وعلم الجنين)

- مقدمة .
- لمحة تاريخية .
- تعاريف مهمة في علم الجنين.
- أنماط التكاثر اللاجنسي والجنسي.
- مراحل تكوّن الأعراس الذكرية والأنثوية.
- الإلقاح.
- التقسم.
- المعيدة.
- التنامي الجنيني لدى شوكيات الجلد.
- التنامي الجنيني لدى البرمائيات.
- التنامي الجنيني لدى الطيور، وتكوّن الملحقات الجنينية.
- التنامي الجنيني لدى الثدييات، وتكوّن الملحقات الجنينية.

الفصل الأول

- لمحة تاريخية .
- نظريتا التكوّن :
 - 1 - نظرية التكوّن المسبق Preformation .
 - 2 - نظرية التكوّن المتدرّج Epigenesis .
- تعاريف مهمة في علم الجنين .
- التنسيل (الاستنساخ) Cloning .
- التكاثر اللاجنسي وأنماطه .
- التكاثر الجنسي Sexual reproduction .
- التكوّن البكري Parthenogenesis .

● لمحة تاريخية

ظهرت المفاهيم الأولى المتعلقة بجنين الثدييات والطيور في مصر القديمة، واهتم بها أبوقراط، وأرسطو (384-322 ق.م) في القرن الرابع قبل الميلاد.

وقد قام أرسطو بتشريح أجنة معظم الحيوانات ودراستها، وفتح بيوض الدجاج في مراحل مختلفة من تطورها، حيث اقتبس أرسطو عملية الحضن التي كانت لدى الفراشة .

وكتب ما شاهده فيما يتعلق بنمو قلب أجنة الدجاج، وتابع نمو كلب البحر، واكتشف التكون البكري لدى النحل.

وبعد أرسطو أول من لاحظ، أن النهاية الأمامية، تتشكل قبل النهاية الخلفية، أو ما يسمى «التدرج الوراثي للتشكل (Morphogenetic gradient) » ، ودرس على الأرجح أجنة الإنسان المجهضة.

طبعاً ليست كل ملاحظات أرسطو كانت صحيحة، لكن بعضها تمتلك أهمية تاريخية.

في الغرب، وخلال العصور الوسطى، لم يعان علم الجنين أي تقدم يذكر، بفضل سيطرة الأفكار الدينية على الباحثين الغربيين، فقد اعتُقد أن بيضة الدجاج إذا كان شكلها قريباً من الشكل الكروي فإنها تعطي جنيناً ذكراً، وإذا كان شكلها متطولاً فإنها تعطي أنثى. إذاً كان يسود آنذاك مبدأ سيطرة الذكر.

أما عند العرب فكانت الثقافة العربية، والحضارة العربية في أوجها، مزدهرة، وكان العرب أول من اهتم بالبحث العلمي، وعرفوا كيفية إجراء التجارب بطرق منهجية علمية صحيحة.

ولا نستغرب إذا قلنا إن للجاحظ (من علماء القرن التاسع للميلاد وتوفي سنة 868م) الذي عرفناه أدبياً له محاولات تجريبية في دراسة الجنين، فقد كان يشق بطن أنثى الحيوان الحامل، ويعرف جنينها وعمره، وكيف تكون أعضاؤه، وتشكله،

وموضع كل عضو أنى يكون، ولجأ إلى ذلك في أعمار مختلفة للأجنة، كذلك كان يفتح بيضة الدجاج كل مرة، ويدرس ما بداخلها.

وقد شرح تكوين البيضة، وتكلم عن الدجاج، ووضع البيوض، وكيفية حضنها، وعدد مرات وضعه للبيض. وقد اتبع الجاحظ المنهج التجريبي في دراساته على الحيوانات، وله كتابه الشهير «الحيوان».

ومن المفيد أن نذكر الباحث ابن قيم الجوزية (ولد في دمشق، عاش بين عامي 1291 و1350 م) الذي قرر حقائق علمية، وسبق العلماء الأوروبيين في وضع نظرية تكون الكائن الحي .

في قوله «إن بداية النسل تنشأ عن اجتماع ماء الرجل، مع ماء المرأة» وهو أول من افترض وجود مورثات في بنية الكائن الحي.

عام 1754 اكتشف بونيه Bonneh التكون البكري الطبيعي في حشرات المن.

وأهم مرحلة تاريخية لعلم الجنين هي عام 1759، حيث طُبِع في هذا العام أطروحة "نظرية النمو" لباحث عمره 26 سنة اسمه كاسير فريدريك وولف Wolff، حيث استقصى نمو جنين الدجاج، ودحض نظرية التكون المسبق، وأكد وجود نظرية التكون المتدرج وأثبتها.

ومن مؤسسي علم الجنين الحديث، كارل ماكسيموفيتش بير (Бэр) وهو أكاديمي من سانت بطرسبورغ، حيث أهدى للعالم مؤلفه المشهور «تاريخ نمو الحيوانات» عام 1828، وكانت دراساته على جنين الدجاج والتدبيات . وقد برهن بير التكون المتدرج بأكثر عمقاً مما وصفه وولف، وكون دراسة حول بداءات الأدمت، وصاغ قانون تشابه الأجنة.

دخل علم الجنين المرحلة التجريبية على يد الباحث رو Roux (1824-1890م) وأسس مجلة خاصة بعلم الجنين التجريبي، وفي أول عدد من المجلة بدأ عمل مورغان «وهو من مؤسسي علم الوراثة الحديث».

لكن لا يمكن أن نهمل دراسات بعض الباحثين قبله مثل سبالانزاني Cpallanzani الذي اشتغل على التلقيح الصناعي للكلاب.

وفي أواخر العشرينات من القرن الماضي بدأت المرحلة الجزيئية على أيدي، مانغولد، وبراشيه ونيدهام وشبيمن (سبيمان) Mangold, Brachet, Nidham, Spemann، ودرسوا الجنين من الناحية الكيميائية. وقد نشرت معلوماتهم في مجلد سمي «علم الجنين الكيميائي» (Chemical Embryology)، وقد بدأت دراسات الجنين على مستوى المجهر الإلكتروني عام 1940.

■ نظريتا التكوّن

1- نظرية التكوّن المسبق Preformation

وهي تعني أن الجنين متكوّن مسبقاً، وبملاك أعضائه كافة داخل البيضة أو النطفة. وعندما يخرج للحياة يحتاج إلى نمو لتلك الأعضاء. عُرف عن هذه النظرية في كتابات أرسطو، والتي تحتوي فيها تعاليم فلسفية. ومنها أن الجسم يتألف من العنصر المبدع (ويقصد به البذرة) ومصدره الأب، والمادة (ويقصد بها المادة الغذائية) ومصدرها الأم. وجاء مفكرو القرون الوسطى، وصاغوا هذه النظرية بشكل واضح بالاعتماد على ملاحظاتهم على النباتات (كالبرعم الشجري المشتمل على جميع بداءات الأعضاء، وشرنقة دودة القز التي في داخلها يرقة تُرى من خلالها بداءات الأجنحة والأطراف). وبقولهم، إن الجنين موجود بكامل أعضائه، داخل البيضة، إنما بصورة مصغرة، وعندما يخرج منها يصيبه نمو، وامتداد، وتوسع للبنى، والأعضاء المتكوّنة مسبقاً.

وعندما أتى لوفنهوك Leeuwenhok 1674 باكتشافه نطفة الإنسان، فإن فريقاً من أصحاب هذه النظرية، انفصلوا عن زملائهم، وقالوا: إن الجنين تكوّن مسبقاً داخل النطفة، وليس داخل البيضة، ورسموه كما هو واضح من (الشكل: 1) والذي رسمه أحد مؤيدي هذه النظرية وهو Hartsooekes. واكتفوا بأن دور البيضة هنا، هو تقديم الغذاء فقط .



الشكل (1) تمثل تصور أصحاب نظرية التكون المسبق،
وقد رسمه أحد مؤيديها Hartsooeker . نقطة إنسان بداخله
طفل قابيع ضاماً أطرافه الأربعة إلى صدره

استمر النقاش بين فريقين هذه النظرية، إلى أن أتى 1745 Bonnet واكتشف
التكون البكري الطبيعي في حشرات المن، علل ذلك وأكد لهم أن الجنين تكون مسبقاً
داخل البيضة دون تدخل النطفة.

2- نظرية التكون المتدرج Epigenesis

بعد أرسطو أول من صاغ هذه النظرية، وفكرته ي أن عناصر الديناميكية
(القوى) الذكرية تعطي الشكل لعناصر الديناميكية (القوى) الأنثوية، ومن كتاباته
الفلسفية يتضح، أن الأنثى تحوي عناصر إمكانية النمو، ولكن بوجود عامل وجود؛
يكون لدى الذكر.

وهناك قلة من العلماء لم يقتنعوا بالنظرية السابقة ومنهم العالم وولف Wolff، الذي درس تكوّن جنين الدجاج، وبحث بداخل البيضة عن أيّ تكوّن مسبق، لأي عضو من أعضاء الجنين فلم يجد شيئاً، بل وجد وحسب ملاحظاته حبيبات صغيرة (ربما قصده نوى الخلايا أو الحبيبات المحية) تتجمع لتعطي طبقات، والتي يصيبها انخماص، أو امتداد، ولبعضها الآخر رقة وتوسع. وبذلك يتم تكوّن بداءات أعضاء الجنين تكوّنأ تدريجياً متكاملأ من موادها، وبالتالي سميت تلك النظرية بنظرية «التكوّن المتدرج».

وعلى الرغم مما طرحه هذا الباحث من أفكار تعد جريئة آنذاك، إلا أنه لم يلقَ أذاناً صاغية، وصدرأ رحباً، وبقيت نظرية التكوّن المسبق هي المسيطرة.

إلى أن جاء الباحث Roux 1888 وحل النقاش الفلسفي الحاد بين مؤيدي النظريتين السابقتين باللجوء إلى التجربة، والتي تتجلى بفصل الخليتين الأصليتين اللتين تنجمان عن البيضة الملقحة بعد انقسامها الأول . فإذا كانت نظرية التكوّن المسبق هي الصحيحة، فعلياً أن نتوقع أن إحدى هاتين الخليتين التي تحوي نصف مواد البيضة ستعطي جنيناً مشوهاً، حيث نصف أعضائه أو أقسامه مفقودة، وعلى النقيض، إذا كانت المواد التي تحويها البيضة لا تعدو كونها المادة التي ستستعمل لبناء الجنين، فمن البديهي أن يكون نصف هذه المواد كافياً لتكوّن جنيناً كاملاً إنما أصغر حجماً، ولجأ رو إلى قتل إحدى الخليتين الأصليتين بإبرة عرض رأسها للهب، والخلية الثانية الحية، أعطت جنيناً مشوهاً، وأثبتت لمؤيدي نظرية التكوّن المسبق صحة نظريتهم، إلا أن الطريقة التي استخدمها رو كانت من الناحية الفنية بدائية جداً، حيث أبقى الخلية المخربة بجانب الخلية السليمة، مما أدى إلى هذا التشوه في بنية الجنين المتكوّن. ولكن إذا تم فصل هاتين الخليتين عن بعضهما تماماً بعروة شعرية، فإنه يتشكل لدينا جنينان سويان جداً. إنما حجم كل منهما أصغر من حجم الجنين الناتج عن الخليتين معاً، وكان العالم دريش Driesch، أول من توصل إلى هذه النتيجة بتجاربه على بيوض قنفذ البحر، وقد توصل الباحث شبيمن 1903 إلى النتيجة نفسها بتجاربه على بيضة الضفادع المذبذبة، ولم يبق إلا أن تعاد تجربة العالم رو على بيضة الضفادع العادية عديمة الذنب، وهذا ما قام به

الباحث شميدت 1933، الذي وجد أن فصل الخليتين عن بعضهما تماماً يؤدي إلى تكوّن جنينين متكاملين، وهكذا انتصر أصحاب نظرية التكوّن المتدرج، ودُحضت قطعياً نظرية التكوّن المسبق.

● تعاريف مهمة في علم الجنين

— علم الجنين Embryology: وهو العلم الذي يهتم بالعمليات الأساسية كافة لنمو فرد كامل، وكذلك يهتم بدراسة المراحل التي تسبق عملية التكوّن الجنيني، أي المراحل قبل الجنينية، مثل تشكّل الأعراس الأنثوية والذكرية.

— علم الجنين الوصفي: Descriptive Embryology: يهتم بدراسة مراحل تكوّن الفرد من الناحية الوصفية.

— علم الجنين التجريبي Experimental Embryology: اعتمد هذا العلم على التقنيات التجريبية كالاستئصال، والزرع، والتطعيم، والمعالجة بالمتبّطات المختلفة، وتبديل ظروف العمليات المؤدية للتكوّن الجنيني، وذلك لدراسة مختلف مراحل التنامي الجنيني وفهم أسبابها.

— علم الجنين الجزيئي Molecular Embryology: يعتمد هذا العلم على معطيات الكيمياء الحيوية وتقنياتها، وطرائق البيولوجية الجزيئية، لدراسة ماهية الجزيئات الضخمة وتحليلها التي تسهم في عمليات التكوّن الجنيني.

— علم الجنين المقارن Comparative Embryology: يهتم بدراسة التشابه والاختلاف في عمليات التكوّن الجنيني بين مختلف الزمر الحيوانية وتحليلها، ويعد أحد المعايير الأساسية للتصنيف الحيواني، بكشفه صلات الترابط الموجودة بين الزمر الحيوانية المعنية.

— علم التشوهات الخلقية Teratology: يهتم بأسباب التشوه الخلقي بالاعتماد على معطيات الهندسة الوراثية، والدراسات الجنينية التجريبية في مجال الكيمياء الحيوية.

- التنسيل (الاستنساخ) Cloning

التنسيل هو تقانة حيوية، وقد تستخدم للمعالجة الجينية، التنسيل هو إنتاج فرد جديد من استزراع خلية جسدية واحدة تحمل العناصر الوراثية نفسها في بيضة منزوعة النواة.

وبدأت التجارب على التنسيل في ستينيات القرن الماضي، ليس فقط على النباتات فحسب وإنما على الحيوانات أيضاً.

وفكرة الباحثين البيولوجيين، هي جعل الصفات القوية والجيدة التي تحملها المورثات، قابلة للزرع، وبالتالي إبعاد الصفات الضعيفة والمريضة، والفائدة الكبرى من التنسيل هي جعل مجتمع صحيح البنية والوظيفة والأداء العالي، والقضاء على الأمراض المستعصية وخاصة الجينية منها.

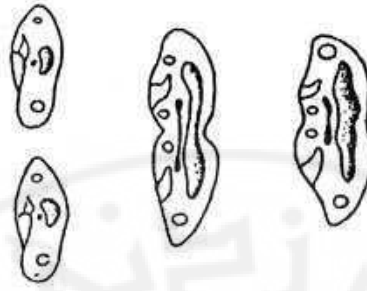
التكاثر اللا جنسي وأنماطه

يعدّ التكاثر اللا جنسي Asexual reproduction إنتاج أفراد جديدة دون تدخل الأعراس. في هذه الحالة لا تحتاج الخلايا إلى مرحلة الانقسام المنصف، وعادة هذه الأفراد الجديدة تكون متشابهة مع سابقتها، إلا بحدوث طفرة.

أنماطه

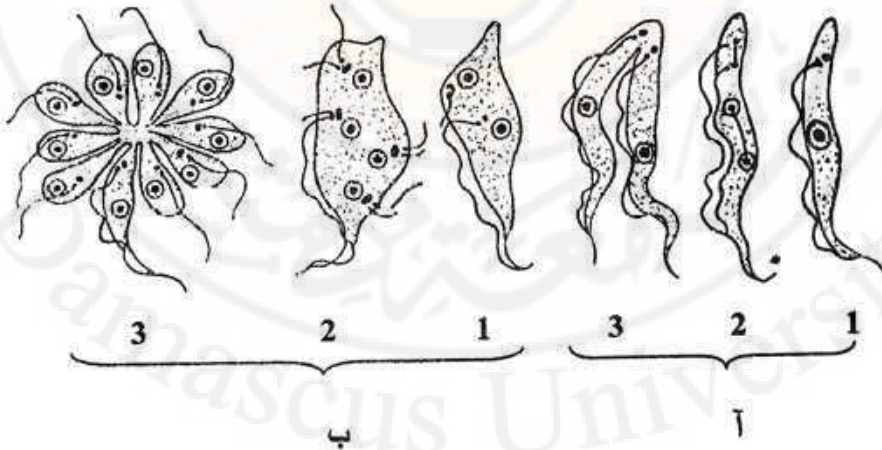
أ - الانشطار Fission :

يحدث بشكل نشط في الحيوانات وحيدات الخلية، حيث تنقسم الخلية الواحدة إلى خليتين اثنتين متساويتين، ومطابقتين للخلية الأم، وهذا الأمر يحتاج إلى تضاعف الـ DNA، وانقسام النواة إلى قسمين، تذهب كل منها إلى خلية بنت جديدة، وهذا هو الانشطار الثنائي Binary Bission مثال البراميسيوم والأميبيا (الشكل : 2).



الشكل (2) الانشطار الثنائي العرضي لدى الباراميسيوم

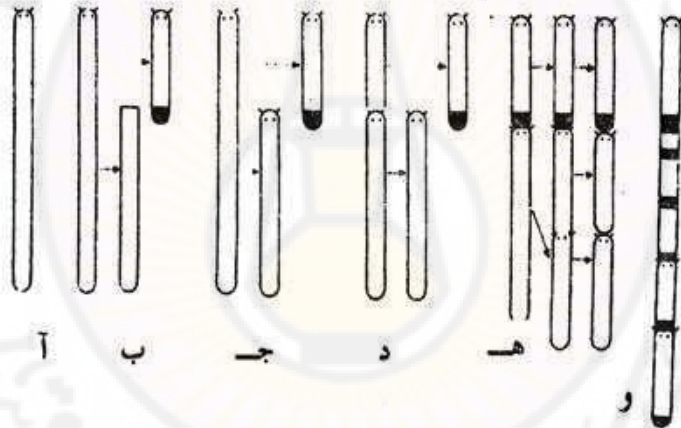
أما لدى بعض وحيدات الخلية، كالتريبانوزوما فيحدث الانشطار طولياً (الشكل: 3-آ) على مستوى المحور الطولي. وقد لا يكون الانقسام العرضي متوسطاً ليتساوى القسمان الناتجان، كالبلاناريا (من الديدان المنبسطة) يتحقق خط الانقسام العرضي على نحو يكون أقرب إلى القسم الذيلي، فيقسم الحيوان إلى قسمين غير متساويين، القسم الأمامي، وهو يضم أغلب الأجهزة والأعضاء، بالإضافة إلى الرأس. والقسم الخلفي، وهو يضم الذيل، وبقية الأجهزة المقطوعة من القسم الأمامي. وبحادثة التجديد يجدد كل قسم ما ينقصه لإعطاء فرد كامل.



الشكل (3) آ- الانشطار الثنائي الطولي لدى التريبانوزوما
ب- الانشطار المتعدد لديها

أما لدى الحلقيات كثيرات الأشعار فيحدث لدينا انشطار عرضي متتالي؛ أي تنشطر المتعضية عدة مرات متتالية قبل أن تنتهي لتعطي كل شطر أو كل قسم دودة كاملة، فنحصل على دودة أم حاملة في خلفها ديدانها البنات غير المنفصلة عنها (الشكل: 4)، هذا النمط يحدث أيضاً لدى الاسفنجيات، ومعائيات الجوف والكاسيات (طلائع الحبليات).

وهناك أيضاً الانشطار المتعدد كما لدى البذريات (البلاسموديوم)، حيث تنقسم النواة الأم دون السيتوبلازما انقسامات عديدة، ثم بعد ذلك تنقسم السيتوبلازما بحسب عدد النوى، وبذلك تعطي خلايا بنات كثيرة، أيضاً قد يلجأ إليها التربيانوزوما (الشكل: 3 - ب).



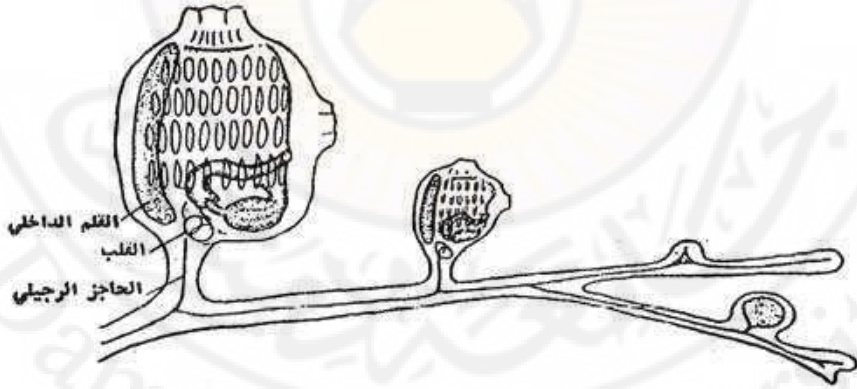
الشكل (4) الانشطار العرضي المتتالي لدى الحلقيات كثيرات الأشعار

- آ - الفرد الأم قبل الانشطار
- ب - انفصال الجزء الحامل للأعراس، عن القسم الرأسي (بالولو)
- ج - تكوين رأس بعد الانشطار (منقط)، وتجديد الذيل (أسود غامق)
- د - تكوين رأس جديد وذيل قبل الانشطار التالي
- هـ - و - تعدد تكوين الأفراد بشكل متتالي

ب - التبرعم Budding: تقوم به عدد من الحيوانات، مثل معائيات الجوف والكاسيات وينشأ فرد جديد من برعم (بروز جزء صغير) على جسم الأم، وينمو

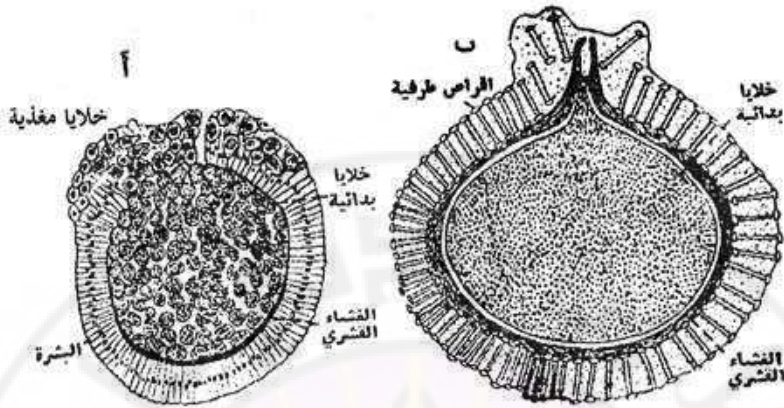
هذا البرعم تدريجياً إلى أن يصبح فرداً حاملاً ما تحمله الأم من فم ومجسات، وعندئذ يفصل عن جسم الأم أو قد يبقى متصلاً، لتشكل مجموعة الأفراد المتصلة بجسم الأم مستعمرة كمستعمرة الهيدرا، أما في الكاسيات فإن الفرد قد يتشكل من رند Stolon متصل بجسم الأم (الشكل:5).

ج — تشكل الدريرات **gemmules formation**: تلجأ إلى هذه الطريقة المميزة بعض أنواع الاسفنجيات (اسفنج الماء العذب)، خلال الظروف غير المناسبة، حيث تتجمع الخلايا البدائية غير المتميزة داخل جسم المتعضية الأم، ثم تحاط في المرحلة التالية بطبقة خلوية أخرى هي النسيج الظهاري الموشوري، والتي تقوم بإفراز القشرة التي تحيط بالمجموع، وتشكل ما يسمى الدريرة، وهذه القشرة تحمل شويكات مميزة تسمى، شويكات طرفية القرص، وعندما يموت الأسفنج (الأم)، تتحرر هذه الدريرات، وتظل مقاومة للشروط غير الملائمة، حتى عودة الشروط المناسبة، حيث تتمزق القشرة، وتتحلل الخلايا لتشكل متعضية جديدة (الشكل:6).



الشكل (5) التبرعم لدى الكاسيات

د — التكريس: تلجأ وحيدات الخلية وخاصة الطفيلية منها إلى ما يسمى بالتكريس، وذلك في الظروف غير الملائمة (كالجفاف ودرجة الحرارة)، حيث تجف سيتوبلاسمها، وتفرز حول جسمها غشاء، يعزلها عزلاً تاماً وبذلك تتشكل الأكياس،



أ- دريرة في بداية التشكل ب- دريرة كاملة التشكل

الشكل (6) الدريرة لدى بعض الاسفنجيات

وفيها يتم انقسام النواة انقسامات عديدة، وعندما تعود الظروف الملائمة، يتمزق الكيس ليتحرر منه أفراد عديدة بعدد النوى، مثل المتحول (الشكل:7).



الكيس

ب

الكيس

أ

أ - الزحاري ب - المعوي
الشكل (7) الأكياس لدى المتحول

هـ - التجديد Regeneration:

تحتاج إلى ظاهرة التجديد تلك الحيوانات التي تنقطع، أو تنشط مثل البلاتاريا (من الديدان المنبسطة) التي تنشط عرضياً في منطقة خلف البلعوم، لتعطي شطرين أو قسمين، القسم الأمامي الذي يجدد ما فقده من القسم الخلفي

(الذيلي)، والقسم الخلفي الذي يجدد ما فقده من القسم الأمامي وتنتج بذلك اثنتان من دودة البلاتاريا.

فالتجديد هو قدرة الكائن على تعويض ما فقده من أعضاء أو أجزاء سواء، كانت بالصورة الطبيعية، كعملية الانشطار، أم عرضية كتعرض الكائن لحادث ما مثل فقدان الزاحف لجزء من ذيله مثلاً، أو فقدان الضفدع المذنب لأحد أطرافه الأربعة مثلاً، أو تجريبية كالتي تقام في مختبرات تجريبية، ولا ننسى بأن اللتأم الجروح في الإنسان تعود لتلك الظاهرة.

التكاثر الجنسي sexual reproduction

هو إنتاج أفراد جديدة، عن طريق اتحاد المواد المورثية العائدة للأعراس الذكرية والأعراس الأنثوية، وإعطاء بيوض ملقحة ذات صيغة صبغية مضاعفة (ضعفائية) dipliod، والسمة الأساسية هنا، هي وجود الانقسام المنصف الأولي والثانوي خلال تشكل الأعراس الذكرية والأنثوية لاختزال المادة الوراثية إلى النصف، لأن الإلقاح يعيد الصيغة الصبغية المضاعفة، وهذا يضمن ثبات كمية المادة الوراثية من جيل لجيل.

- التكوّن البكري parthenogenesis:

وهو أحد أنماط التكاثر الجنسي دون تدخل الأعراس الذكرية، حيث تعطي الأعراس الأنثوية أفراداً جديدة دون إلقاحها، ونجدها عند بعض الحشرات كحشرات المن، حيث تبدأ أحداث التكوّن في فصل معين من فصول السنة دون حدوث إلقاح، وهذا ما يدعى بالتكوّن البكري الطبيعي natural parthenogenesis، أو التوالد العذري reproduction virginal فلدَى النحل مثلاً تعطي البيضة الملقحة حشرة أنثى، بينما تعطي البيضة غير الملقحة حشرة ذكر، أما في الزمر الحيوانية الأخرى كما في معظم شوكيات الجلد، فلا تبدأ البيضة أحداث التكوّن ما لم يتم إلقاحها، ولقد وجد أن معالجة تلك البيوض الناضجة لهذه الزمر الحيوانية بمواد أو عوامل معينة تجعل البيوض قادرة على أن تبدأ أحداث التكوّن، وتدعى هذه بالتكوّن البكري الصناعي artificial parthenogenesis.

الفصل الثاني

تشكل الأعراس لدى الثدييات

- تشكل الأعراس الذكورية (النطاف) spermatogenesis .
- المنسلات النطفية spermatogonia .
- الخلايا النطفية الأولية، أو من الدرجة الأولى primary spermatocytes .
- الخلايا النطفية الثانوية أو من الدرجة الثانية secondary spermatocytes .
- النطيفات spermatids .
- النطاف sperms .
- تشكل الأعراس الأنثوية (البيوض) Oogenesis .
- المنسلات البيضية Oogonia .
- الخلايا البيضية الأولية أو من الدرجة الأولى Primary Oocytes .
- الخلايا البيضية الثانوية أو من الدرجة الثانية Secondary Oocytes .
- الجريبات وتطورها.
- الهرمون المنشط للجريب (FSH) Follicle Stimulating Hormone .
- الهرمون المشكل للجسم الأصفر (L.H) Luteinizing Hormone .
- الهرمون المغذي للجسم الأصفر (LTH) Luteotrophic hormone .

وتعد المرحلة الأولى في عمليات التنامي الجنيني، ويقصد بها عمليات تشكل النطاف عند الذكر، والبيوض عند الأنثى، حيث تتكون النطاف في الخصى، والبيوض في المبيض.

وتمر الأعراس الذكرية (النطاف)، والأعراس الأنثوية (البيوض) خلال تشكلها بـ 3 مراحل أو أدوار هي: مرحلة التكاثر، مرحلة النمو، مرحلة النضج، ويتم في مرحلة التكاثر ازدياد عدد الخلايا الجنسية الأولية عن طريق الانقسام الخلوي mitosis، ويتم في مرحلة النمو ازدياد حجم الخلايا الجنسية، وتكون فترتها طويلة عند الأنثى لأنها تقوم بإدخال مواد غذائية ضرورية للمراحل الجنينية، وقصيرة عند الذكر لعدم حدوث ذلك، ويتم في مرحلة النضج تنضج العدد الصبغي $2n$ إلى النصف $1n$ عن طريق الانقسام المنصف meiosis، ويعيد الالتقاء العدد الصبغي إلى قيمته الطبيعية.

1- تشكل الأعراس الذكرية (النطاف) spermatogenesis

الخصى كما ذكرنا هي الأعضاء التناسلية التي تتم فيها مراحل تشكل الأعراس الذكرية لذلك سنلجأ إلى دراسة بنية هذه الخصى. تتألف الخصية من عدد كبير من الأنابيب المنوية أو النطفية التي نلتقي بقناة كبيرة؛ هي القناة الناقلة للنطاف التي تنقل النطاف نحو خارج الخصية، نلاحظ بين الأنابيب النطفية وجود نسيج ضام فيه أوعية دموية وأعصاب، وكما نلاحظ وجود خلايا ذات إفراز داخلي هي خلايا ليديغ lydig التي تفرز هرمونات جنسية، لذلك تعد مسؤولة عن ظهور الصفات الجنسية الثانوية.

من (الشكل:8) نستطيع أن نرى كافة مراحل تشكل النطاف في أي مستوى من مستويات الأنبوب النطفي، ابتداء من قاعدته وحتى مركزه، لدى الفقاريات وهذه المراحل هي:

1- المنسلات النطفية spermatogonia

وهي الخلايا الجنسية الأولية (الأمهات)، وتسمى أيضاً خلايا منشئة Primordial Germ Cells وتتوضع على المنطقة القاعدية للأنبوب، وهي تنقسم بسرعة عن طريق الانقسام الخلوي، وتكون هنا في مرحلة التكثير، وكل منسلية نطفية فيها $2n$. قسم من هذه الخلايا الجنسية تبقى مصدراً دائماً لتوالد خلايا جنسية جديدة، وقسم منها تدخل المرحلة التالية وهي مرحلة النمو وتسمى عندئذ بالخلايا النطفية الأولية.

2- الخلايا النطفية الأولية، أو من الدرجة الأولى primary spermatocytes

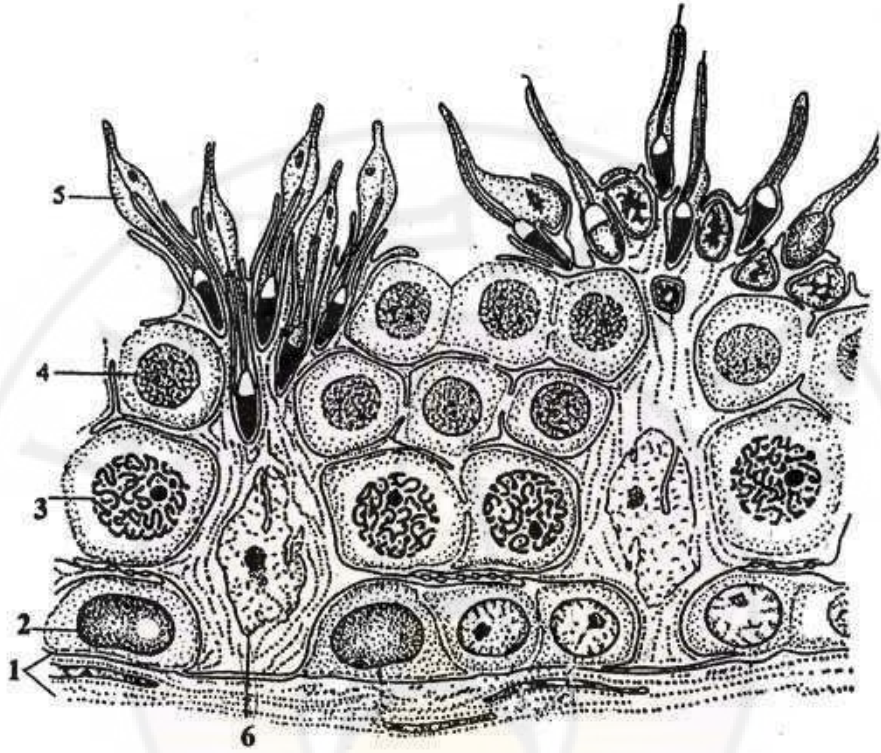
وهي أكبر من المنسلات النطفية وتقع مباشرة فوقها، وهي أيضاً ذات $2n$ صبغي، كل خلية نطفية أولية تدخل مرحلة النضج التي تتضمن انقسامين منصفين، وغايتها تصنيف العدد الصبغي إلى النصف، في الانقسام المنصف الأول تعطي كل خلية نطفية أولية خليتين نطفتين ثانويتين أو من الدرجة الثانية.

3- الخلايا النطفية الثانوية أو من الدرجة الثانية secondary spermatocytes

وهي أصغر من سابقتها، وأكثر قرباً من لمعة الأنبوب النطفي وتحتوي $1n$ ، ثم تطرأ على كل خلية نطفية ثانوية انقساماً منصفاً ثانياً لتشكل نطفتين اثنتين.

4- النطيفات spermatids

وهي أصغر من سابقتها وتحتوي على $1n$. كل خلية نطفية تعاني تبدلات هامة في بنيتها، تؤدي إلى تمايزها وتحويلها إلى نطفة وظيفية (الشكل:9).



- 1- غشاء حدودي.
- 2- منسلية نطفية.
- 3- خلية نطفية أولية.
- 4- نطفة في مرحلة مبكرة من النمو.
- 5- نطفة في مرحلة متأخرة من النمو.
- 6- خلية سيرتولي.

الشكل (8) مقطع في الأنبوب النطفي
يبين مراحل تشكل النطاف



الشكل (9)

مخطط يبين مراحل تشكل الأعراس الذكرية لدى الإنسان

5- النطاف sperms

تكون متجمعة في لمعة الأنبوب، تنغرس رؤوسها في خلايا خاصة كبيرة، هي خلايا سيرتولي sertoli، التي تمتد حتى جدار الأنبوب النطفي، وهي خلايا مغذية تقوم بتغذية النطاف وتثبيتها في أماكنها، والحفاظ عليها من تغيرات الوسط المحيط، ولها وظائف عدة أخرى منها بلعمة الخلايا الجنسية أنثائية، والمساهمة في تمايز النطيفة إلى نطفة وظيفية .

كل خلية سيرتولي تأخذ شكلاً اسطوانياً تمتد من جدار الأنبوب وحتى لمعته، حدودها غير واضحة المعالم، ذات نواة ضخمة، وشكلها يشبه شكل لهيب النجمة، لذلك تدعى أحياناً بالخلايا الشمعدانية، وكما ذكرنا، تنغرس رؤوس النطاف في نهايات خلايا سيرتولي، أما النطاف فهي خلايا متميزة سريعة الحركة مؤهلة وظيفياً للإلقاح البيضة.

النطفة: تتألف بشكل عام من رأس، قطعة متوسطة، وذيل أو سوط (الشكل: 10).

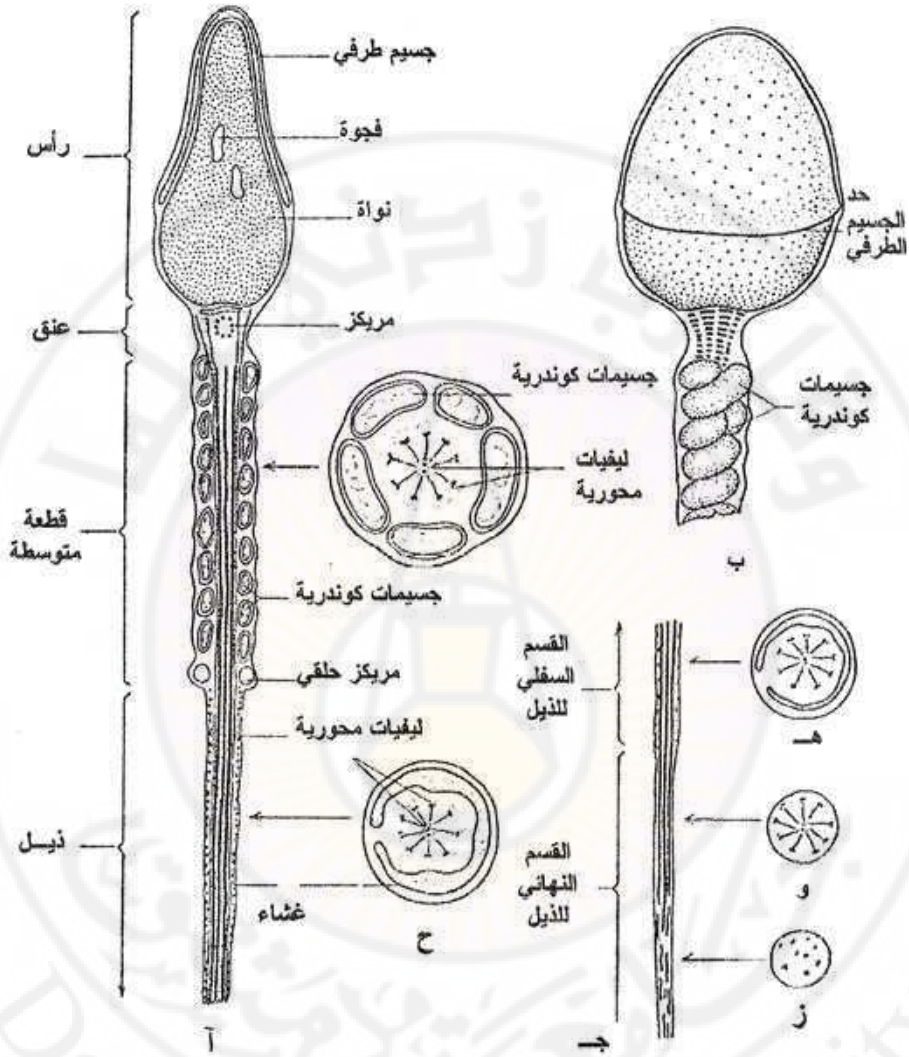
الرأس، يتألف من نواة محاطة بجسيم طرفي.

القطعة المتوسطة، فيها جسيمات كوندرية ملتفة حلزونياً حول جذر السوط أو الذيل، والسوط هو القسم الطويل ويسبب بحركته اندفاع النطفة للأمام.

و(الشكل: 11) يوضح تنوع الرأس لدى بعض نطاف الزمر والحيوانية.

تمايز النطيفة إلى نطفة (التبدلات التي تطرأ على النطيفة لتصبح نطفة وظيفية).

تخضع الخلية النطيفية إلى تبدلات جنسية في بدايتها، وشكلها، وحجمها لتصبح نطفة مؤهلة وظيفياً للإلقاح . ونحن بدورنا سنسلسلها ضمن مراحل . (الشكل: 12) ولنبدأ من:



أ- مقطع طولي للنظفة . ب- مقطع للرأس والعنق وجزء من القطة المتوسطة . ج- مقطع لقسم محدد من الذيل وقسمه النهائي وما بين ب و ج- توجد بعض أقسام أخرى طويلة.
د- هـ - و - ز - ح - مقاطع عرضية للقطة المتوسطة والقسم الذيلي للنظفة بتكبير أكبر ومشار لتلك الأقسام المكبرة بسهم .

الشكل 10- مخطط يبين بنية نظفة الإنسان



الشكل (11)

آ- بعض الأشكال المختلفة لرؤوس نطاف بعض الزمر الحيوانية

1- لدى الكراكي

2- لدى السلمندر

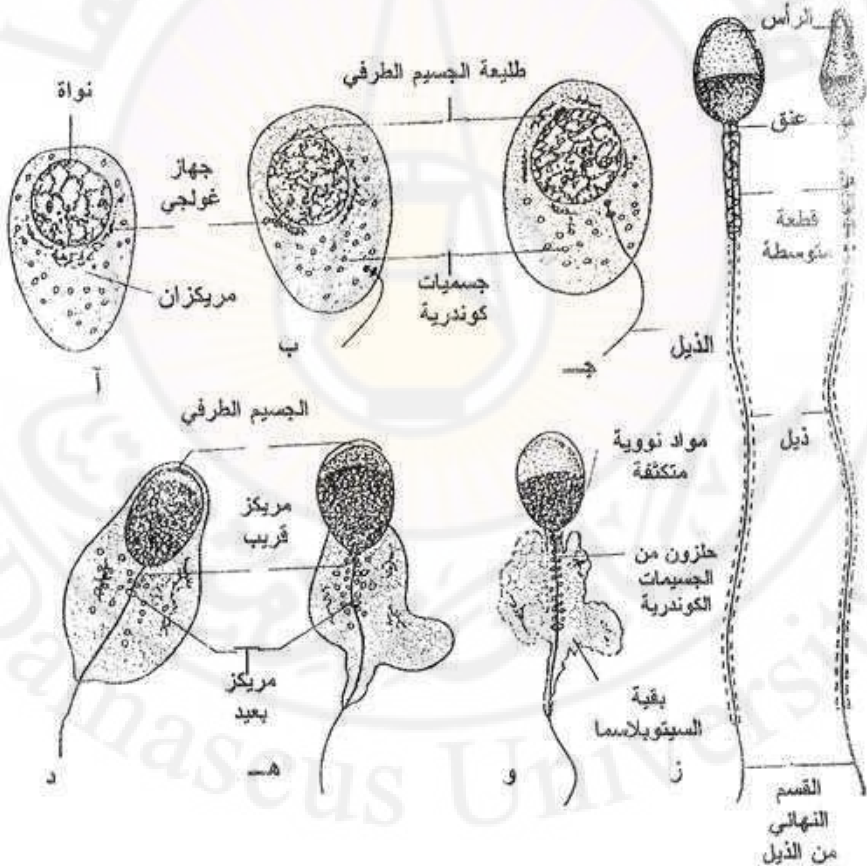
3- لدى الحمام

4- لدى الأفعى

5- لدى الفأر الأبيض

ب- نطفة على شكل حوصلة لحيوان قشري *Munida*

السنوات: تنقل النواة، ويتغير شكلها وحجمها لأنها تفقد جزءاً من بلاسماها السنوية، وبذلك تنتظم الصبغيات، وترتص، وتكثف لتأخذ حيزاً صغيراً، وتطرح النواة الحمض النووي الريبي RNA لأنه يقتضي إزالة جميع البنى غير اللازمة، التي لا تؤثر في نقل الذخيرة الوراثية. وبالحالة العادية توجد بكميات كبيرة من RNA في أي نواة وظيفية، خاصة في النوية، وبالتالي عند طرحها لا يبقى في النواة سوى الحمض النووي الريبي المنقوص الأكسجين DNA والبروتين المتحد به، أي باختصار، لا يبقى في نواة النطفة سوى المادة المورثية. ونلاحظ من (الشكل: 12).



الشكل (12) مراحل تحول النطفة إلى نطفة وظيفية

كيف أن النواة تتحول من الشكل الكروي إلى الشكل البيضوي، فالمستطيل، حيث تستطيل النواة، ويتضيق قسمها الأمامي، لتحقيق التكيف اللازم لنمط الحركة في وسط سائل.

الجسيم الطرفي: يشق أساساً من جهاز غولجي، حيث يتألف جهاز غولجي، كما نعلم في المنوية الفتية أو النطيفة، من مجموعة من البنى الغشائية الحويصلية، التي تنظم على شكل رفائق ذات نهايات عريضة، تحيط بمجموعة من الفجوات الصغيرة.

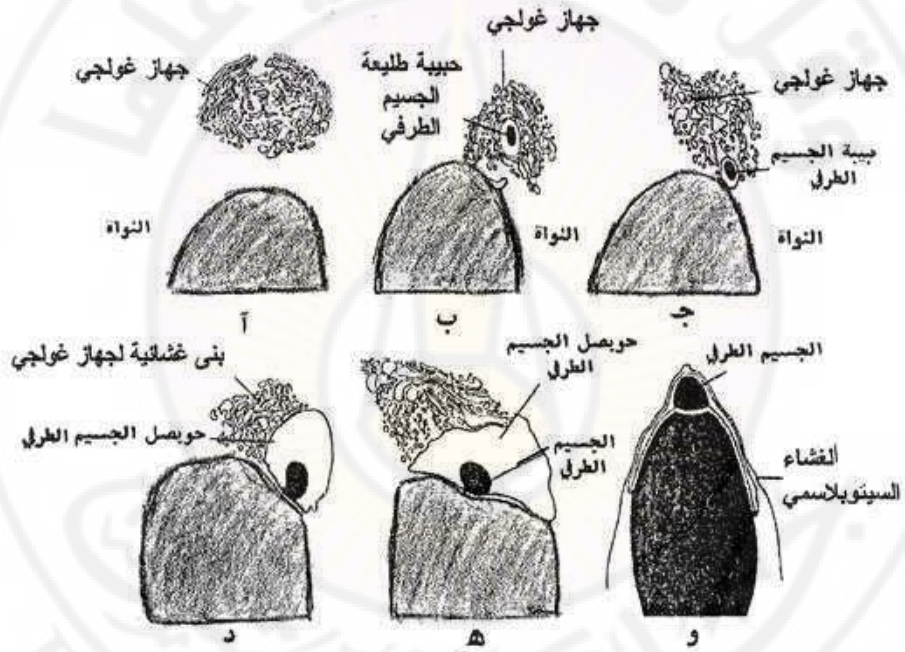
وفي مرحلة التغير هذه تبدأ هذه الفجوات بالازدياد، وتتصهر لتكوّن حويصلة وبداخلها جسم صغير كثيف يعرف بالحبيبة طليعة الجسيم الطرفي Proacrosomal granuls، بعد ذلك تهجر هذه الحويصلة، وحبيبتهما باتجاه مقدمة النواة لتلتصق بها التصاقاً وثيقاً، حيث تبدأ بالاستطالة، ويزداد حجم الحبيبة لتتحول إلى حبيبة الجسيم الطرفي، والتي تشكل المحور الدعامي للجسيم الطرفي. بعد ذلك تفقد الفجوة عصارته، ويمتد جذرها ليغطي حبيبة الجسيم الطرفي والنصف الأمامي للنواة بغشاء مضاعف يعرف بالقلنسوة الرأسية للنطفة، أما بقية غولجي فتعاني تراجعاً مستمراً وتدعى بقية غولجي Golgi rest (الشكل:13).

الوظيفة الأساسية للجسيم الطرفي، هي الاتصال بسطح البيضة واختراقها، لذلك تحتوي على الأنزيمات اللازمة لاختراق أغشية البيضة، بالإضافة إلى الكربوهيدرات. وعلى الرغم من أهميتها إلا أنها قد تُفقد في بعض الزمر الحيوانية مثل الديدان المنبسطة.

الجسيم المركزي: ويتألف إثر الانقسام المنصف الثاني من مريكين اثنين، يتحركان باتجاه محيط الخلية ليتخذاً موقعاً جديداً لهما خلف النواة، ولتسهما في تكوين محور الذيل.

ويتشكل في السطح الخلفي للنواة انخماص صغير، ليأتي أحد المريكزين ويتوضع فيه ويدعى عندئذ بالمركز القريب Proximal Centriol، وخلفه يتوضع

المركز الآخر ويدعى بالمركز البعيد Distal Centriol، حيث يعطي المركز البعيد جذر السوط أو الذيل (الذي يتألف من البنى نفسها التي نصادفها في جذور وسياط وأهداب الخلايا الحيوانية، أي أنه يتألف من حلقة تضم تسعة أشعاع من الليفيات الطولية تحيط بشفع من الليفيات الطولية في المركز وبروتينها الأساسي هو التيوبلين).



الشكل (13) مراحل تكوّن الجسم الطرفي

بدءاً من جهاز غولجي وانتقالها نحو النواة

ويتم اتصال هذه الليفيات بالمركز البعيد على النسق نفسه الذي يتصل فيه ألياف السوط والهدب بحبيته القاعدية.

ويتوضع المريكز في العمق، عند بدء تكوين محور الذيل حيث تأتي الجسيمات الكوندرية من أرجاء الخلية كافة لتتجمع حول الجزء الأمامي من محور الذيل، وتكون منطقة القطعة المتوسطة، وهنا يفقد كل جسيم كوندري شكله المميز، ويتحد لدى الثدييات خاصة وبعض الزمر الحيوانية مع جسيمات كوندرية أخرى لتؤلف جسماً متصلاً يلتف حلزونياً حول جذر الذيل أو السوط والمريكز البعيد . بينما لدى بعض الزمر الحيوانية الأخرى، يكون هذا التوضع الحلزوني، معدوماً، ويكون على شكل تجمع كثيف واحد أو أكثر يحتل فراغاً في القطعة المتوسطة.

لدى بعض الكائنات كالإنسان، لوحظ وجود حلقة عاتمة تتوضع في الطرف الخلفي للقطعة المتوسطة دُعي باسم المريكز الحلقي ring centriol (يختلف عن بنية المريكز، وقد يكون تجمعاً سيتوبلازمياً) يعتقد أنه يمنع انزلاق الجسيمات الكوندرية أثناء حركة السوط، وقد تكون له وظيفة أخرى نجهلها (الشكل:10) .

ويشكل جذر السوط أو الذيل القسم الرئيسي من ذيل النطفة ويكون محاطاً بطبقة رقيقة جداً من السيتوبلازما يغلفها غشاء سيتوبلازمي، وقد تتعري نهاية السوط لدى بعض الزمر الحيوانية، كما تصادف لدى بعض الأسماك والضفادع نوعاً آخر من تعقيد بنية النطاف والتي تحتوي على غشاء متموج يمتد على طول الذيل تقريباً.

أما بالنسبة للسيتوبلازما فإن القسم الأعظمي منها يطرح خارجاً لأنه غير ضروري .

ففي الوقت الذي يتشكل فيه الجسيم الطرفي في النهاية الأمامية للنطفة، فإن السيتوبلازما تهاجر في الاتجاه المعاكس بعيداً عن الجسيم الطرفي تاركةً حول النواة طبقة رقيقة جداً من مادتها محاطة بالغشاء السيتوبلازمي . وعند توضع الجسيمات الكوندرية بشكل منتظم حول القسم القاعدي لجذر الذيل، فإن القسم الباقي من السيتوبلازما والذي يحيط بالجسيمات الكوندرية ينفصل عنها ويعاني انحلالاً واضحاً، وبرشف كلياً (أيضاً تضحل الشبكة الأندوبلازمية في نهاية الأمر).

II - تشكّل الأعراس الأنثوية (البويض) Oogenesis

ذكرنا أن المبيض هو عضو لإنتاج الأعراس الأنثوية، التي تمر بالمراحل المتعاقبة التالية:

1 - المنسلات البيضية Oogonia

وهي الخلايا الجنسية الأولية (الأمهات)، التي تنقسم عن طريق الإنقسام الخلوي ليزداد عددها، وهي ذات صيغة صبغية مضاعفة $2n$ ، يبقى قسم منها مصدراً لخلايا جديدة ويدخل القسم الآخر مرحلة النمو وتدعى عندئذ بالخلايا البيضية الأولية.

2 - الخلايا البيضية الأولية أو من الدرجة الأولى Primary Oocytes

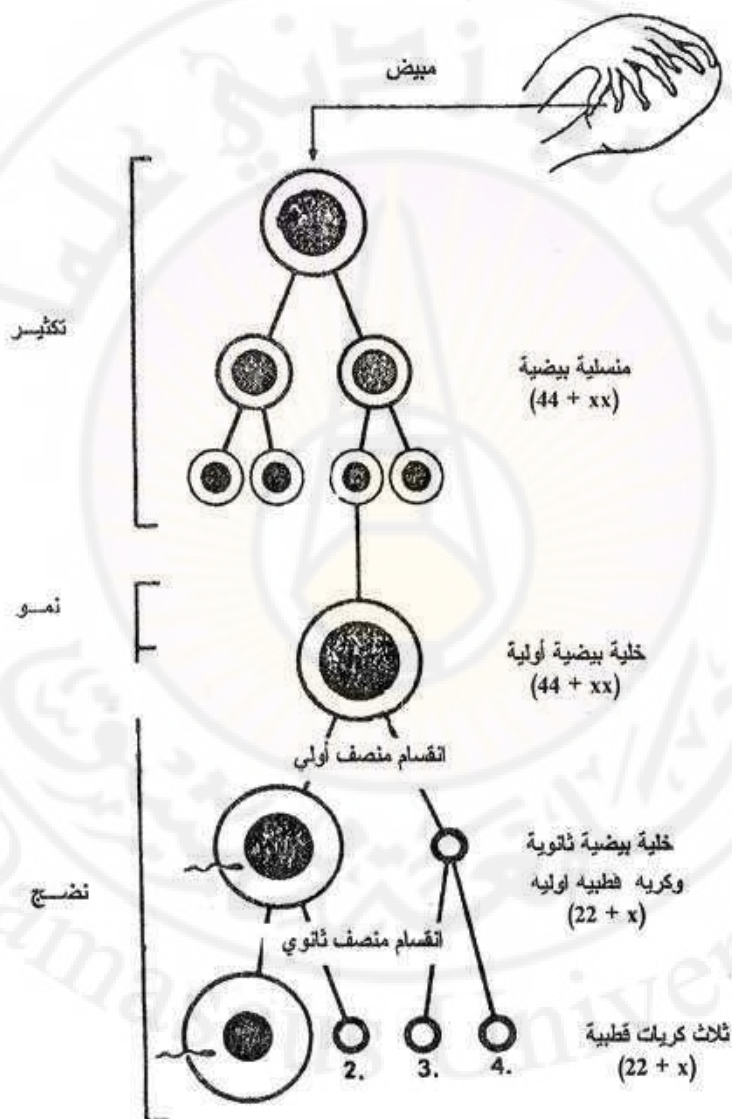
تنمو هذه الخلايا ويزداد حجمها، وتكون مرحلة النمو هنا طويلة، وتستطيع الخلايا خلالها أن تدخر مواد غذائية، وعلى رأسها المح للاستفادة منها خلال مراحل التشكّل الجنيني، ثم تدخل هذه الخلايا مرحلة النضج، لتعاني كل خلية بيضة أولية انقساماً منصفاً أولاً وتعطي خلية بيضية ثانوية أو من الدرجة الثانية، وكرية قطبية أولية .

3 - الخلايا البيضية الثانوية أو من الدرجة الثانية Secondary Oocytes

تحتوي كل منها صيغة صبغية أحادية، تحاط إحدى الخليتين بكمية قليلة من السيتوبلازما، وتشكّل كرية قطبية أولية، وتحاط الأخرى بكمية كبيرة من السيتوبلازما، وتشكّل خلية بيضية ثانوية، ثم تطرأ عليها مباشرة انقساماً منصفاً ثانياً.

تنطلق الخلية البيضية الثانوية من الجريب في مرحلة تشكّل المغزل وتحصل الإباضة، فإذا لم يحدث إلقاح خلال 24 ساعة فإن الخلية البيضية هذه تموت دون أن تنتهي انقسامها، أما إذا حدث الإلقاح، فإن الخلية البيضية تتابع انقسامها النضجي

الثاني، لتطرح الكرية القطبية الثانوية، وتصبح بيضة ناضجة تحتوي على 1n (الشكل: 14).



الشكل (14) مخطط مراحل تشكل الأعراس الأنثوية لدى الإنسان

فالبيضة إذاً: هي خلية كبيرة الحجم إذا ما قورنت مع حجم النطفة، وهي ثابتة لا تتحرك بعكس النطفة، وتحتوي على كمية كبيرة من الميتوبلازما، بالإضافة إلى المدخرات الغذائية؛ ومن أهمها المح، بخلاف النطفة التي تكون ذات سيتوبلازما قليلة جداً، وعديمة المدخرات الغذائية، وإن حياة البيضة تستمر تقريباً حتى 24 ساعة، بينما تمتد حياة النطفة إلى عدة أيام قد تصل إلى 5 أيام.

الجريبات وتطورها

يحيط بكل خلية بيضية صف واحد من الخلايا الجريبية، ويحاط الكل بطبقة من نسيج ضام، ويدعى المجموع بالجريب الابتدائي **Primordial follicle**. ثم تستكاثر الخلايا الجريبية المحيطة بالخلية البيضية، وتشكل عدة طبقات حولها، كما يتميز النسيج الضام المحيط بالجريب إلى طبقتين:

- (1) **داخلية** : وتشكل القشرة الداخلية، وتكون كثيرة الخلايا، وقليلة الألياف الضامة، وغنية بالأوعية الدموية.
- (2) **خارجية** : وتشكل القشرة الخارجية، وتكون قليلة الخلايا، وكثيرة الألياف الضامة.

ويدعى هذا الجريب بالجريب الأولي **primary follicle**.

يتطور هذا الجريب الأولي، حيث تفرز الخلايا الجريبية سائلاً يملأ الفضوات التي تفصل بين خلاياها، ثم لا تلبث أن تجتمع هذه الفضوات لتشكل جوفاً كبيراً يطلق عليه اسم الجوف الجريبي، الممتلئ بسائل جريبي، أثناء ذلك تبدأ الخلية البيضية بالابتعاد عن المركز، وتحاط بالغشاء الشفاف، بالإضافة إلى ما حولها من خلايا جريبية، ويتكون ما يدعى بالجريب الثانوي **Secondary Follicle**.

تستمر الخلايا الجريبية في تكاثرها، ويكبر الجوف الجريبي، وتبتعد الخلية البيضية أكثر عن المركز، وتصبح منطمة في مجموعة من الخلايا الجريبية، والتي تشكل عدة صفوف حولها، يطلق عليها اسم الركام حامل البيضة **Cumulus**

Oophorus، وان طبقة خلايا الركام حامل الببيضة، التي تكون على تماس مع الغشاء الشفيف، تكون ذات تواضع شعاعي مشكلة ما يدعى بالإكليل المشع Corona Radiata.

وهذا الجريب الناضج يدعى جريب دوغراف De Graff Follicle (الشكل:15) الذي يقترب من محيط المبيض، وبهذا يكون قد انتهى الطور الجريبي، لتبدأ الإباضة، وهنا يتمزق الجريب الناضج، وتطرح الخلية الببيضية مع الإكليل المشع في صيوان القناة الناقلة للبيوض.

فإذا تم الإلقاح، فإن الببيضة تسارع في إتمام انقسامها المنصف الثاني، وإذا لم يحدث الإلقاح فإنها تتلاشى.

يتحول الجريب بعد تمزقه إلى الجسم الأحمر ثم إلى الجسم الأصفر، وإذا لم يحدث حمل فإن الجسم الأصفر يتراجع تدريجياً، ويتحول إلى جسم أبيض، (الشكل:16) ويؤدي في النهاية إلى الطمث، والطمث هو انسلاخ مخاطية الرحم السطحية، وطرحها مع كمية من الدم بسبب عدم حدوث الحمل.

أما إذا حدث الحمل فإن الجسم الأصفر يتابع نموه حتى الشهر الخامس، ثم يتراجع تدريجياً.

إن الفص الأمامي للغدة النخامية يسيطر على تنظيم الدورة المبيضية (الطمثية) التي تقسم إلى أربع مراحل:

1 - انقسام خلوي سريع.

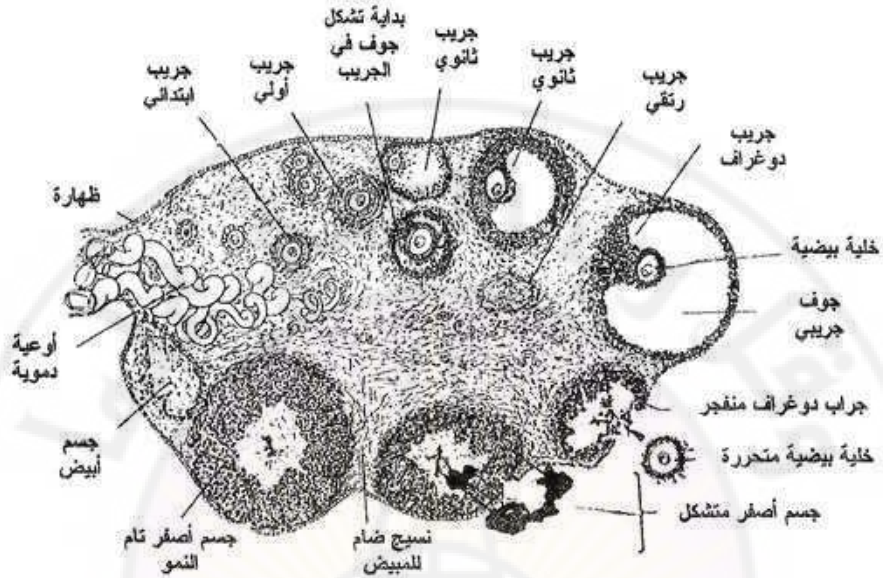
2 - نشاط هرموني.

3 - طمث.

4 - تجديد خلايا الأنسجة.

العمر	الحالة الجريبية	مراحل تشكل الأعراس الثانوية	الصبغة الصبغية
مرحلة جنينية	لا توجد جريبات	منسليات بيضية	2 n 2 c
مرحلة أثناء الولادة	جريب ابتدائي	خلية بيضية أولية	2 n 4 c
بعد الولادة	جريب أولي	خلية بيضية أولية	2 n 4 c
بعد البلوغ	جريب ثانوي	خلية بيضية أولية	2 n 4 c
		يتوقف النمو في مرحلة الانقسام المنصف الأول	
		انتهاء الانقسام المنصف الأول وبدء الانقسام المنصف الثاني	
	جريب دوشراف	خلية بيضية أولية وطرح كرية قطبية أولية	1n 2 c
		إباضة	
	خلية بيضية مطروحة مع الأكليل المشع	خلية بيضية ثانوية	1n 2 c
		تتوقف في طور التالي من الانقسام المنصف الثاني وعند الإلقاح تنهي تقسامها المنصف الثاني	
	بيضة ملقحة	الإلقاح وطرح كرية قطبية ثانية	1n, 1c +

الشكل (15) مخطط يوضح تطور الجريبات خلال عمليات تشكل الأعراس الثانوية لدى الإنسان



الشكل (16) مخطط لمقطع في مبيض،
يبين مراحل تطور الجريبات والإباضة وتشكل الجسم الأصفر

وفي الدورة المبيضية للتدييات توجد عمليتان متميزتان:

1 - نمو الجريبات، والذي ينتهي بالإباضة.

2 - تشكل الجسم الأصفر ونموه وتراجع.

وهاتان العمليتان أيضاً تنظمها هرمونات الغدة النخامية وهي ثلاثة:

1- الهرمون المنشط للجريب (FSH) Follicle Stimulating Hormone:

يحث على نمو جريبات المبيض، ويحث القشرة الداخلية لجريب دوغراف على إفراز هرمون الأيستروجين.

وإن إفراز هرمون FSH إفرازاً منتظماً يؤدي إلى نضج بيضة واحدة كل شهر قمرى.

2- الهرمون المشكل للجسم الأصفر (L.H) Luteinizing Hormone:

يؤدي هذا الهرمون إلى حدوث الإباضة، وتكوين الجسم الأصفر، لكن هذا الهرمون وحده لا يلعب دوراً في نمو حجم البيضة، أو في نمو الجريبات. ووجوده مع الهرمون FSH، بتركيز ضعيف، يحث على نضج الجريب، وحدث الإباضة، وتشكل الجسم الأصفر بالإضافة إلى أن كمية السائل الجريبى التي تزداد مع نمو الجريب، لها قوة ضغط تشارك في تمزق الجريب، وفي طرح البيضة والخلايا الجريبية المحيطة بها (الإكليل المشع) في الجوف العام لتلتفحها صيوان أنبوب فالوب.

وبعد أن يتمزق جريب دوغراف، يتحول إلى ما يسمى بالجسم الأحمر Corpus hemorrhagicum، ويتحول الجسم الأحمر بدوره إلى الجسم الأصفر Corpus Luteum ثم إلى الجسم الأبيض Corpus albicans، والجسم الأبيض هو نسيج ليفي لا يحوي أوعية دموية في بنيته.

وإذا أخفق الحمل، فإن الجسم الأصفر يتابع نموه حتى اليوم العاشر بعد الإباضة، ثم يتراجع تدريجياً ليزول كلياً عند حدوث الطمث التالي.

أما إذا حدث الحمل، فإن الجسم الأصفر يتابع نموه حتى الشهر الخامس ثم يتراجع تدريجياً.

3- الهرمون المغذي للجسم الأصفر (LTH) Luteotrophic hormone:

هو المسؤول عن الحفاظ على استمرار الجسم الأصفر بوظيفته الإفرازية، حيث يفرز هرمون البروجيستيرون.

وتؤثر على الغدة النخامية هرمونان مبيضان هما:

آ - الإستروجين estrogen، الهرمون الجريبي.

ب - البروجيستيرون Progesterone، الهرمون المهيئ للحمل.

وهرمون الغدة النخامية FSH مع كمية غير كبيرة من هرمون LH، يحث على نمو الجريبات، وعلى إفراز الإستروجين، ويؤثر بدوره الإستروجين في الغدة النخامية بتحريضها على ارتفاع إفراز LH و LTH، وانخفاض إفراز FSH، وهنا تحدث الإباضة، ويتشكل الجسم الأصفر.

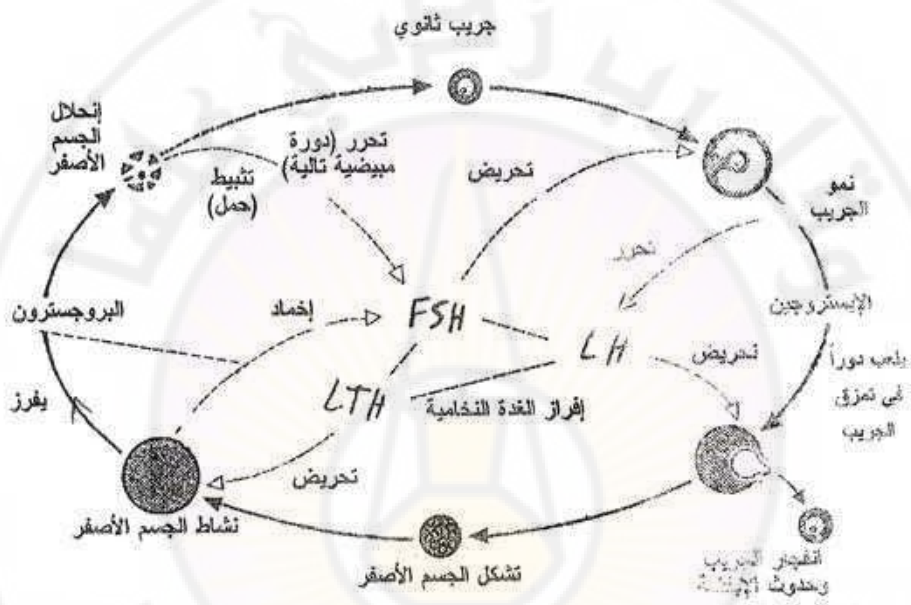
لذا يكون لـ الإستروجين، دور كبير في تمزق جدار الجريب، وكذلك له دور أساسي في نمو مخاطية الرحم الدورية، ليفسح المجال لتأثير هرمون البروجيستيرون . وبفضل نشاط الجسم الأصفر فإنه ينتج البروجيستيرون، لتهيئ مخاطية الرحم، لاستقبال الببضة الملقحة، وحدث التعشيش أو الإنغراس، كما يقوم البروجيستيرون بتأثيره على الغدة النخامية بتثبيطها على إفراز FSH، وبذلك تمنع تشكل ببضة أخرى في المبيض.

كما أن وجود البروجيستيرون في الدم في أواخر فترة الحمل يؤدي إلى تنشيط الغدة النخامية وخلال تراجع الجسم الأصفر وضموره، فإن تركيز البروجيستيرون يتناقص في الدم، وبالتالي تنقلص أوعية عضلات جدار الرحم تقلصاً يؤدي إلى عدم وصول الدم إلى المخاطية الدورية مما يؤدي إلى انسلاخها. ويؤدي انخفاض تركيز البروجيستيرون، وازدياد تركيز الإستروجين في الدم في أواخر مدة الحمل إلى حدوث الولادة.

عندما يبدأ الجسم الأصفر بالانحلال، فإن كمية هرمونات المبيض تبدأ بالتناقص، ونتيجة لذلك يرتفع شكل هرمون FSH في الغدة النخامية، التي تقود إلى دورة مبيضية ثانية . وفي حالة الحمل، حيث يحافظ الجسم الأصفر على نموه لفترة زمنية، لا يحدث نمو الجريبات وتتوقف الإباضة.

ولكن الوظيفة التنظيمية هذه تنتقل من هرمونات المبيض إلى هرمونات المشيمة في حالة الحمل.

و(الشكل:17): مخطط عام يمثل الدورة المبيضية، وتنظيمها، وعلاقتها مع هرمونات الغدة النخامية.



الشكل (17) مخطط عام، يمثل الدورة المبيضية وتنظيمها وعلاقتها مع هرمونات الغدة النخامية

الفصل الثالث

الإلقاح أو الإخصاب Fertilization

- اصطدام النطفة بالبيضة
- التصاق النطفة بالبيضة
- اختراق النطفة للبيضة
- تفعيل النطفة
- تفعيل البيضة
- عوامل الإلقاح وحيد النطفة
- الحركات السيتوبلازمية للبيضة نتيجة الإلقاح
- بيضة قنفذ البحر *Paracentrotus Lividus*
- بيضة الكاسي *Cynthia Partita*
- بيضة الضفدع *Rana*
- النطفة داخل البيضة
- الإلقاح خارج الجسم Artificial Fertilization

تُعَدّ العمليات والتبدلات التي تحدث خلال عملية الإلقاح مهمة جداً، فهي تخلق كائناً جديداً بنتيجة خلط المادة الوراثية الآتية من الأبوين.

الإلقاح: مجموعة من التبدلات الكيميائية – الفيزيائية، والعمليات الحيوية الفيزيولوجية التي تطرأ على السطوح السيتوبلاسمية، وتشكل غشاء الإلقاح. و يؤدي الإلقاح إلى عودة الصيغة الصبغية المضاعفة، من خلال دمج نواتي العروسين الذكري والأنثوي.

جل الدراسات التي تمت كانت على اللاقاريات البحرية، والمثال النموذجي هو قنفذ البحر لسهولة دراسته، حيث يتم الإلقاح فيه خارج الجسم، وبعد ذلك تعمقت الدراسات عند الثدييات، والتي يتم الإلقاح عندها، كما نعلم، داخل الجسم. لحدوث عملية الإلقاح، لا بد من وجود نطفة جاهزة للإلقاح وظيفياً، وبيضة ناضجة، وقد تحدث هذه العملية خارج الجسم أو داخل الجسم، وفي كلا الحالتين يتم في وسط سائل.

هناك عدة مراحل لعملية الإلقاح، نتابع على النحو التالي:

أ- اصطدام النطفة بالبيضة

هناك سؤال حيوي مهم، حير الباحثين، وهو، أنه كيف يتم توجه النطفة نحو البيضة المعنية لاختراقها؟ وما العامل المهم لعملية الجذب الكيميائي أو الفيزيولوجي، ولا ننسى بأن هناك إلقاحاً خارجياً وإلقاحاً داخلياً.

ففي الحالة الأولى: تتطلب عملية الاصطدام، وجود النطفة والبيضة بالقرب من بعضهما، ففي العديد من الكائنات البحرية اللاقارية (رخويات، شوكيات جلد، نيميرت) فإن البيوض والنطاف تلقى في الماء، عندما يكون الذكر والأنثى متقاربين وهذا بالتأكيد يتعلق بتأثير أحدهما في الآخر.

ففي أكثر من 40 نوعاً من الرخويات والنيميرت وغيرها من الحيوانات، يلقي الذكر بنطافه في الماء في البداية، وبعد ذلك وبفضل عامل ما غير معلوم وواضح، تلقي الأنثى بيوضها بالقرب من النطاف، ونجد عند حيوانات أخرى كالأسماك، أن الإناث تكس البيوض في الماء، والذكور تلقي في الماء ملايين النطاف، بينما نجد لدى السلمندر، نمطاً آخر من السلوك، حيث يضع الذكر في قعر النهر أو البحر رزمة من النطاف، حينئذ وفي وقت طقوس الاقتران، تخطف الأنثى هذه الرزمة من النطاف بطرفها .

وفي كل الأحوال، يتم وينجح الالتصاق ؛ أي التصاق النطفة بالبيضة، وهذا يعود لسببين أو لعاملين اثنين:

الأول: هو العدد الهائل لكمية النطاف .

والثاني: هو حجم البيضة الكبير بالمقارنة مع حجم النطفة.

وهناك حالتان اثنتان، لوحظتا، حيث يتم اختراق النطفة فيهما للبيضة عبر كوى خاصة . ففي معاني الجوف *Campanularia*، حيث بيوضها محاطة بمحفظة، يكون طرفها البعيد فقط مفتوحاً ليستقبل عبرها النطاف، أما بيوض الأسماك المحاطة بغشاء سميك يدعى المشيم *Chorion*، ويحتوي هذا المشيم على فتحات تدعى الكوى، وعبرها تصل النطاف إلى سطح غشاء البيضة البلاسمي ضمن أقنية متصلة مع تلك الكوى، ولوحظ تجمع هذه النطاف عند فتحات هذه الأقنية (الكوى)، وهنا يتوجب على النطاف بذل مجهود كبير للوصول إلى سطح البيد البلاسمي.

أما في الحالة الثانية (الإلقاح الداخلي) فإنه يتطلب تأثيراً ميكانيكياً بشكل أكبر، ففي الثدييات، وأثناء عملية الاقتران توجه النطاف إلى حيث البيضة عبر المجرى التناسلي الأنثوي، وهناك عدة عوامل بينية (ما بين إلقاء المنتجات التناسلية والإلقاح) حيث ينظر إليها بشيء من الأهمية، لأنها تلعب دوراً مهماً في عمليات التكاثر أو التوالد كما لدى الإنسان، حيث تبدأ بنقل النطاف في الجهاز التناسلي الأنثوي إلى موقع الإلقاح، وكذلك تحرر الخلية البيضية الثانوية من جريب

دوغراف وانتقالها عبر صيوان فالوب وقناته إلى موقع الإلقاح ليتم ذلك ضمن عوامل هيأتها له عمليات النقل من كلا الجنسين.

ب - التصاق النطفة بالبيضة

هذه المرحلة تتطلب معرفة العمليات الكيميائية التي تحدث خلال عملية التصاق النطفة بالبيضة، أي بعبارة أخرى الآلية الجزيئية لتعرف النطفة على البيضة . وقد تركز اهتمام الباحثين على دراسة تلك الآلية على قنفذ البحر، فإذا كنا نعلم أن أنثى القنفاذ البحرية تطلق حوالي ٤٠٠ مليون بيضة، والذكر يحرر حوالي ١٠٠ بليون نطفة في ماء البحر، بإمكاننا أن نتحرى كيفية معرفة النطفة للبيضة من النوع نفسه!

قام العالم ليليه Lilie عام 1919 بدراسة تلك الآلية لدى قنفذ البحر، ووجد أن هناك التصاقاً نوعياً ما بين النطفة والبيضة، تعتمد على مادة نوعية تفرزها كل من البيضة والنطفة.

ووجد من خلال دراساته أن الطبقة الهلامية المحيطة بالبيضة تحتوي على مادة تدعى الفيرتيليزين (الإخصابين) Fertilizin تنشرها البيضة الناضجة في الوسط الخارجي . هذه المادة عبارة عن سكريات متعددة مخاطية Mucopolysaccharide أو بروتين سكري Glycoprotein . وهو كبروتين يحتوي على عدد من الحموض الأمينية، وكمجموعة سكرية تحتوي على نوع واحد أو أكثر من سكاكر أحادية متحدة مع أيونات الكبريتات، وتأتي نوعية هذه المادة، الفيرتيليزين، من نوعية الحموض الأمينية والسكاكر الأحادية، والتي تختلف من نوع إلى آخر..

والفيرتيليزين جزيء ضخم، وزنه الجزيئي نحو 300 ألف دالتون، وهذا الجزيء له عدة مواقع مستقبلية (فعالة) للنطاف. ويبدو أنه يسبب زيادة حركة النطاف وتنشيطها وزيادة شدتها التنفسية، وبالتالي حدوث ما يسمى بتفاعل الجسيم الطرفي.

كما وجد أن هناك مادة تطلقها الطبقة السطحية لسيٲوبلازما النطفة تدعى بـ مضاد الفيرٲيليزين Antifertilizine، وقد قام فيكتور فاكيير ومساعدوه بعزل هذه المادة من حبيبة الجسم الطرفي لنطفة قنذ البحر، وتبين أنها بروتين نوعي يقوم بالٲعرف على أجزاء كربوهيدراتية معينة من البروتينات السكرية الموجودة على سطح الببضة، لذا دعاها مواقع استقبال مضاد الفيرٲيليزين على سطح الببضة. أما مضاد الفيرٲيزين، فهو جزيء صغير، ووزنه الجزيئي نحو 10 آلاف دالتون، وهو بروتين حمضي.

وبعدٲ التفاعل ما بين الفيرٲيليزين ومضاد الفيرٲيليزين، تفاعل نوعي يحدده الشكل الفراغي للجزيئين المتفاعلين، ويعتمد بدوره على ٲتالي الحموض الأمينية في الجزيء، والربط الذي يحدث ما بين بروتين مضاد الفيرٲيزين وبين أجزاء كربوهيدراتية من المواقع المستقبلية على سطح الببضة هو ربط نوعي يؤدي إلى التحام أو التصاق النطفة بالببضة المستقبلية (الشكل: 18).



الشكل (18) نموذج افتراضي يوضح الربط الجزيئي بين سطحي النطفة والببضة

وهذا التفاعل يقوم بدور مهم في جعل الإلحاق وحيد النطفة، على اعتبار أن الفرتليزين ينتشر في ماء البحر، ويؤدي إلى تراص النطاف . طبقاً لوجود أربعة مواقع مستقبلية لجزء الفرتليزين تستطيع من خلالها الارتباط بأربع نطاف، كل منها تحوي على سطوحها جزيئات مضاد الفرتليزين وبالتالي تقوم بالتقليل من عدد النطاف التي ستلتقي بالبويضة (الشكل: 19).



الشكل (19) مخطط تراص النطاف لدى قنفذ البحر

ج - اختراق النطفة للبيضة

اختراق النطفة للبيضة يتطلب آلية معينة، وتعد عملية الاختراق هذه عملية معقدة، لكونها ظاهرة كيميائية ومورفولوجية معقدة للغاية، إذ كيف يمكن لهذه النطفة الصغيرة جداً بحجمها أن تلتصق وتخترق 0.0002 % من سطح البيضة، أن تنير العديد من التغيرات وقسم من هذه التغيرات لا زال موضع جدل ونقاش.

د - تفعيل النطفة

يتطلب تحفيز، أو تفعيل النطفة وبالأخص تفعيل أو تفاعل الجسيم الطرفي، عوامل عدة نذكر منها: الغلاف الهلامي، ماء البحر، والذي أصبح حمضي التفاعل بوجود CO_2 نتيجة تنفس النطاف، تغيرات في الأس الهيدروجيني في الجسيم الطرفي، زيادة القدرة الإحصائية أو الإلقاحية من خلال تدفق شوارد الكالسيوم Ca^{++} . والذي يعد كمعيار على زيادة القدرة الإلقاحية، مع علمنا أن شوارد الكالسيوم هذا يلعب دوراً في عمليات الالتحام في أنظمة خلوية أخرى، ويذهب البعض، إلى أن شوارد الكالسيوم Ca^{++} هي المسؤولة المباشرة عن عملية الالتحام أو الالتصاق بحد ذاته، وليس تحفيزها لأنزيمات الجسيم الطرفي، كما أن شوارد الكالسيوم Ca^{++} تدخل إلى نبيب الجسيم الطرفي في حال تشكله، وبالتالي تسهم في إدخال الماء لهذا النبيب، وبذلك تساعد النطفة في اختراق أغشية البيضة فما هو هذا النبيب المذكور؟.

لدى اللا فقاريات:

عند تماس النطفة أو تلاصقها مع البيضة أو مع ماء البيضة (الماء التي فيها البيوض) كما لدى شوكيات الجلد، تقوم النطفة بسرعة بإحداث تبدلات أو تغيرات عديدة، وغشاء الجسيم الطرفي يتمزق ويلتحم مع غشاء النطفة البلاسمي، إذاً يحدث مزج موضعي بين الغشاء الخارجي للجسيم الطرفي والغشاء السيتوبلاسمي للنطفة،

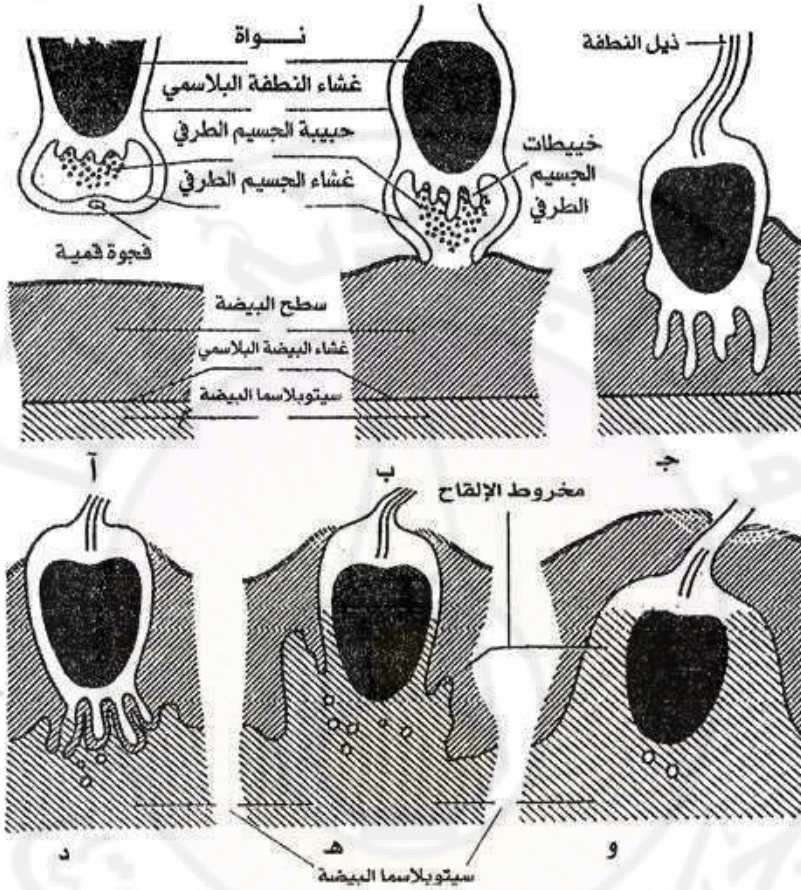
الذي يحيط بالجسم الطرفي وتحرر أنزيمات حالة تحل الغشاء الهلامي للبيضة، ومن ثم تلقي بخيوط دقيقة مرنة (نتج من جزيئات الأكتين على هيئة خيوطات طولية تجمعت في الفراغ تحت الجسم الطرفي) ضمن بروز أو عدة بروزات تتحدد وتشكل نبيباً، يستطيل تدريجياً ليصل إلى الغشاء المحي، ثم يخترقه بفعل أنزيم من طبيعة التربسين (يشبه أنزيم الكيموتربسين chymotrypsin) وللعلم فإن بيوض الإسفنجيات ومعاينات الجوف تكون عارية أو مكشوفة (الشكل: 20).

أما بالنسبة للتدبيبات:

فلا يتشكل نبيب أو بروز من الجسم الطرفي، ويتم التحام الغشاء الخارجي والداخلي للجسم الطرفي مع غشاء النطفة البلاسمي، (الشكل: 21) وتحرر الحبيبة أنزيماتها، بالإضافة إلى وجود أنزيمات تشبه الكيموتربسين، وهناك أنزيمات أخرى كأنزيم الهالورونيداز hyaluronidas الذي يقوم بهضم الحمض الهالوروني hyaluronic acid المكوّن من بروتينات سكرية، حيث تكون الخلايا الجريبية بفضل هذا الحمض مرتبطة ببعضها البعض، وهذا الأنزيم يفك الروابط بين الخلايا الجريبية تلك؛ مما يسهل اختراق النطفة فيما بين الخلايا، أي تمتلك النطفة إمكانية اختراق البيضة عن طريق تميع المادة الخلالية بين خلايا الإكليل المشع بفضل أنزيم هالورونيداز.

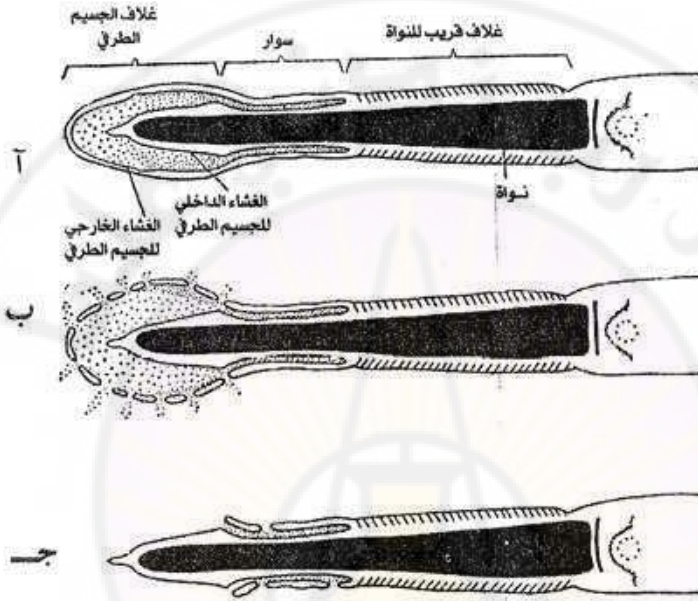
كذلك تتحرر أنزيمات خاصة باختراق النطفة للغشاء الشفاف كأنزيم الأكروزين Acrosin (أنزيم مخترق الغشاء الشفاف).

والجدير بالذكر، أن النطفة تخترق الغشاء الشفاف بشكل شبه مماسي وبداية تخترقها بزاوية ٤٥ درجة وبعد ذلك تتشكل خملات دقيقة عند قاعدة الجسم الطرفي وتلتحم تلك الخملات (نبيبات صغيرة) لتشكل خملة واحدة تصلها مع سطح الغشاء البلاسمي للبيضة، ويلتحم به، وتشكل قناة واسعة تنزلق عبرها نواة النطفة ومحتوياتها الأخرى إلى سيتوبلازما البويضة (الشكل: 22).



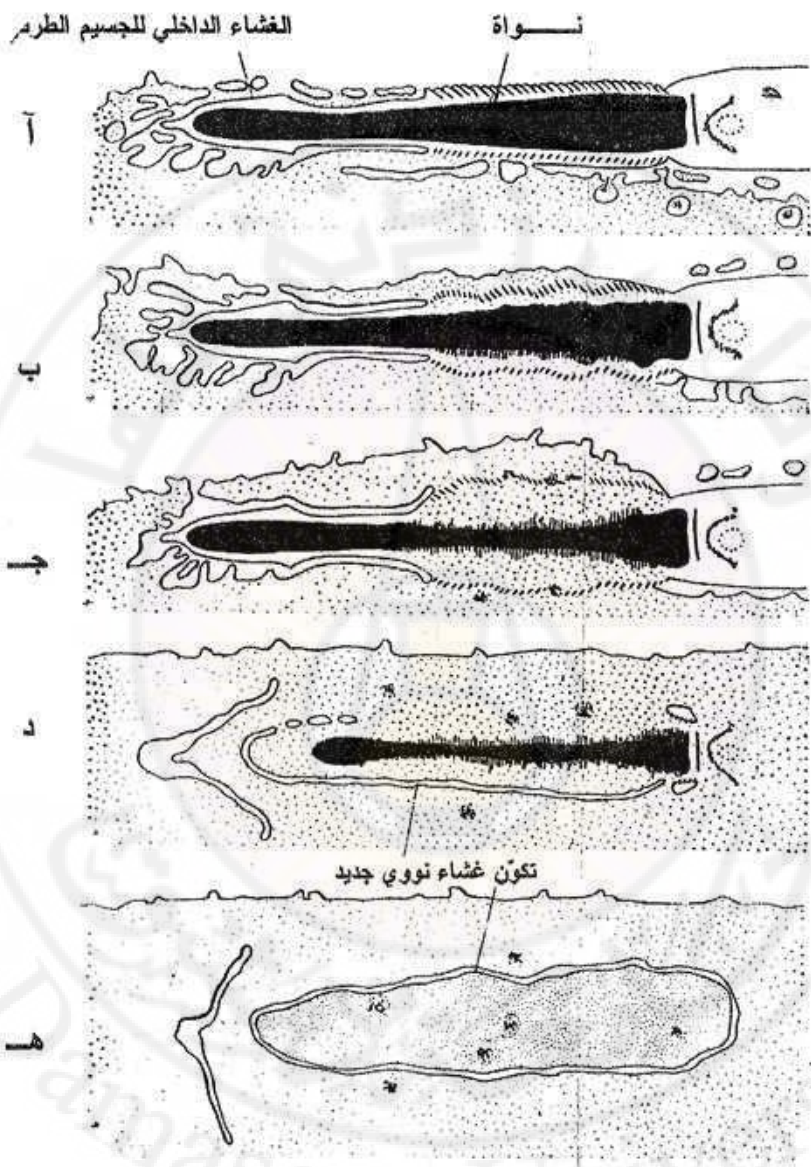
- آ - النهاية الأمامية للنطفة واقتربها من سطح البويضة
- ب - تمزق نهاية الجسم الطرفي عند ملاستها لسطح البويضة وتحرر أنزيماتها
- ج - التحام غشاء الجسم الطرفي مع غشاء النطفة البلاسمي ووصول النبيبات إلى غشاء البويضة البلاسمي.
- د - اختراق النبيبات غشاء البويضة البلاسمي واختراق نواة النطفة سطح البويضة.
- هـ - و - انزلاق نواة النطفة إلى سيتوبلازما البويضة وتشكل مخروط الإلقاح من التحام غشاء البويضة البلاسمي مع غشاء النطفة البلاسمي.

الشكل (20) تمثيل يبين مراحل تفعيل النطفة (تفاعل الجسم الطرفي)



- آ- النهاية الأمامية للنطقة قبل تفاعل الجسيم الطرفي.
- ب- النهاية الأمامية للنطقة أثناء تفاعل الجسيم الطرفي.
- ج- النهاية الأمامية للنطقة بعد تفاعل الجسيم الطرفي.

الشكل (21) تمثيل يبين تفاعل الجسيم الطرفي لدى الثدييات



أ- و ب - التلاحم النهائية الأمامية للنطفة مع سيتوبلازما البويضة
 ج- انتباج نواة النطفة د- و هـ- تكون غشاء نووي حول النواة المنتبجة للنطفة
 الشكل (22) تمثيل يبين مراحل اختراق النطفة للبويضة لدى الثدييات

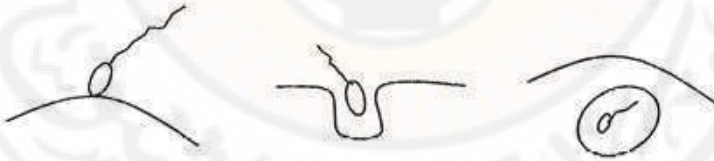
والجدير بالذكر، أن الغشاء الشفاف يحتوي على ثلاثة أنواع رئيسية من البروتينات السكرية Glycoproteins يرمز لها بـ ZP1، ZP2، ZP3 (نسبة إلى المنطقة الشفافة Zona pellucida).

وتعد هذه كعناصر ارتباط للنطفة أو مستقبلاتها.

وإن بنية الغشاء البلاسمي الخارجي للبيضة، المؤلف من سلسلة سكريات مرتبطة مع البروتين، وهذه السكريات تلعب دوراً مهماً في عملية التلقيح والالتحام الأولي بين الغشاء السيتوبلاسمي للنطفة وغشاء البيضة البلاسمي. كما تشكل البيضة مخروط conic تدعى بمخروط الإلقاح.

نرى مما تقدم، أن الجسم الطرفي يعد وسيلة لتذليل الصعوبات أو إزالة الحواجز بين الأعراس. لذا يتم انزلاق نواة النطفة داخل البيضة، بفضل التحام غشائي العرويين وتسهم في ذلك ليبفات الأكتين الدقيقة التي تكون قريبة من الطبقة القشرية.

ويرى بعض الباحثين مثل تايلر 1959 أن عملية الإلقاح تشبه عملية الامتصاص الخلوي وقام برسمها على الشكل التالي:



إذاً عندما يصبح أنبوب الجسم الطرفي على مقربة من غشاء البيضة السيتوبلاسمي فعندئذ تهب البيضة لملاقاته، وتتفعل، ونكون أمام ما يسمى بتفعيل البيضة حيث تبدأ بتكون استطالات وتلامس تحت الغشاء المحي مع نبيب الجسم الطرفي ويطلق على أضخم استطالة اسم مخروط الإلقاح والذي يظل دائماً تحت الغشاء المحي. وما أن يحدث التماس بين أنبوب الجسم الطرفي وبين مخروط الإلقاح، حتى ينصهر غشاء النطفة السيتوبلاسمي بغشاء البيضة السيتوبلاسمي،

وتتشكل قناة واحدة مستمرة تصل جوف النطفة بجوف الببيضة لتتزلق عبرها مواد النطفة الأخرى.

هـ - تفعيل الببيضة

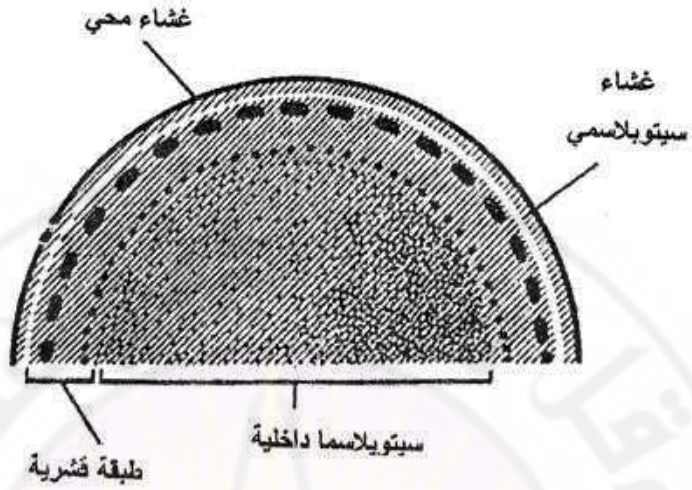
عند اختراق النطفة للببيضة تحدث عمليتان هامتان على سطح الببيضة الخارجي، وهاتان العمليتان مرتبطتان مع بعضهما، وتتم نتيجة اختراق النطفة للببيضة:
أ- تغيرات كيميائية - فيزيائية للغشاء الخارجي السيتوبلازمي.
ب - تشكل غشاء الإلقاح.

لقد درست تلك العمليات المهمة التي تحدث، بشكل جيد على بيوض اللاقاريات بشكل عام والتي لها غشاء محي ويوضح (الشكل:23) البنية السطحية لبيوض تلك الحيوانات قبل الإلقاح وبعده.

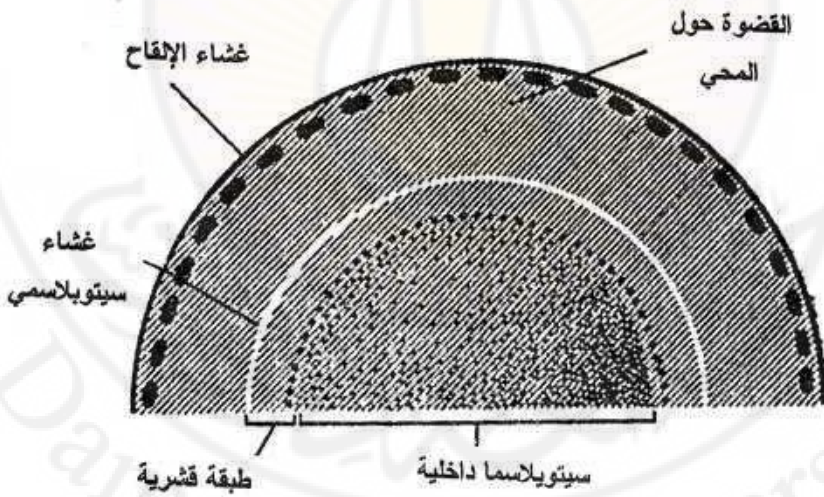
تبدأ التغيرات الكيميائية والفيزيائية، بسرعة في المنطقة التي تخترق فيها النطفة الببيضة، ومن ثم تنتشر بسرعة على كامل سطح الببيضة .

ويتغير الجهد الكهربائي للببيضة نتيجة تدفق شوارد الصوديوم لداخلها، ويبدو أن لهذا دوراً في منع دخول نطفة أخرى إلى الببيضة، وتجري عمليات بيوكيميائية تلعب فيها الحبيبات القشرية دوراً مهماً، وتلك الحبيبات موجودة في الطبقة القشرية للببيضة (تحت الغشاء السيتوبلازمي) ولذا دعي بالتفاعل القشري Cortical Reaction من جراء ما يحدث من تغيرات كبيرة في تركيب الطبقة القشرية للببيضة. يبلغ قطر الحبيبة القشرية تقريباً 1 ميكرومتر، وتحتوي كل بيضة من بيوض تلك الحيوانات عدداً كبيراً من الحبيبات القشرية فمثلاً بيوض قنفذ البحر تحتوي ما يقرب 15000 حبيبة قشرية.

يفقد غشاء الببيضة السيتوبلازمي خملاته الدقيقة في البداية ويصبح أملساً، يتبعه انقباض أو انكماش عام في الببيضة، ثم تنتفخ الحبيبات القشرية، وتتفجر لتحرر محتوياتها في الفضوة بين الغشاء المحي والغشاء الخارجي لسيتوبلازما الببيضة (فضوة حول المحي Perivitelline space).



أ - بنية البويضة قبل الإلقاح



ب - بنية البويضة بعد الإلقاح

الشكل (23) مخطط تمثيلي يوضح التفاعل القشري
لدى بويضة حيوان لا فقاري نتيجة الإلقاح

تحتوي الحبيبات القشرية على أنزيمات عديدة، وعلى بروتينات سكرية التي كانت قد تشكلت في جهاز غولجي الذي أعطى الحبيبات القشرية . ويلعب قسم من هذه الأنزيمات دوراً في تغيير البروتينات المستقبلية للنظفة على الغشاء المحي وبذلك تلعب دوراً في منع نظفة أخرى من الاختراق ويطلق عليه بعضهم اسم "الأنزيم الحائل دون تعدد النظاف"، بينما يعمل قسم آخر من هذه الأنزيمات على دفع أو إبعاد الغشاء المحي عن الغشاء الخارجي لسيتوبلازما البيضة، ما يؤدي إلى توسيع تلك الفضوة حول المحي، أما البروتينات السكرية فوجودها في الفضوة يؤدي إلى دخول كمية من الماء، مما يسبب في زيادة ارتفاع الغشاء المحي الذي أصبح الآن غشاء الإلقاح ؛ وهذا الغشاء يعد عاملاً آخر لمنع دخول نظفة أخرى إلى البيضة.

ما الذي حصل وأدى إلى تحول الغشاء المحي إلى غشاء الإلقاح؟! بالطبع فإن محتويات الحبيبات القشرية وأغشيتها قد ساعدت على تضاعف الغشاء المحي، وزادت من صلابتها وبالتالي تمنعها من خلال التصاقها بالسطح الداخلي للغشاء التصاقاً وثيقاً، وإن قسماً من محتويات الحبيبات القشرية، بسبب تركيبها الكيميائي المتضمن على مجموعات حامضية SO_3H يترسب ويتبلر ويلتصق بالغشاء السيتوبلازمي للبيضة، مشكلاً طبقة رقيقة، رائقة، شفافة كالبور، تعرف بالطبقة الزجاجية Yaline layer عند ملامسته للماء وهو بالتالي لا يشترك في شكل غشاء الإلقاح.

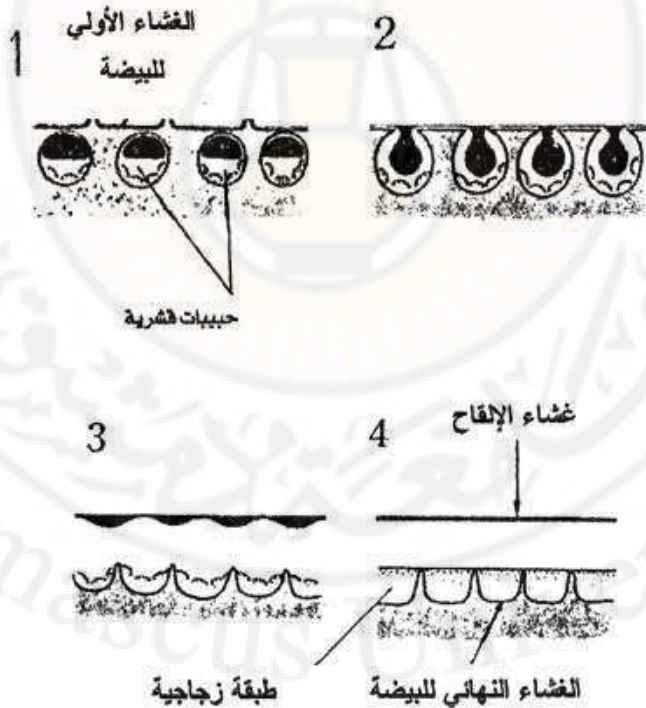
وتسهم الطبقة الزجاجية في تماسك الخلايا الأصلية الناتجة عن تقسم البيضة الملقحة، وبعد نحو عدة دقائق، (لدى قنفذ البحر بعد حوالي 20/د) من ذلك تتحد النواتان البدينيتان الذكرية والأنثوية وبعد فترة قصيرة يحدث الانقسام الأول وتنتهي بذلك مرحلة الإلقاح لتبدأ مرحلة جديدة .

وان التغيرات التي تصيب عمق البيضة تؤدي إلى تغيرات تصيب سطح البيضة، حيث يتبدل لون سطح البيضة لدى قنفذ البحر مثلاً من الأصفر إلى

الأبيض . والجدير بالذكر إن بيوض الحيوانات التي تسمح بإدخال أو اختراق نطاف عدة ليس لديها حبيبات قشرية.

نورد فيما يلي: مثال آخر عن التفاعل القشري لدى قنفذ البحر، والذي يرى بعضهم انه لا يملك غشاء محياً، بل غشاء سيتوبلاسمياً مضاعفاً اندئياً:

عند تماس النطفة لسطح الببيضة، تنفجر الحبيبات القشرية، لتلقي بمحتوياتها من السكاكر المتعددة المخاطية بين سطحي الغشاء السيتوبلاسمي، ويصبح السطح الخارجي للغشاء السيتوبلاسمي (الغشاء الأولي للببيضة) والذي يتثبت عليه طبقة من السكاكر المتعددة المخاطية، غشاء الإلقاح (الشكل: 24).



الشكل (24) تشكل غشاء الإلقاح لدى قنفذ البحر

حيث يفصل بالفضوة حول المحي أو حول البيضة، عن السطح الداخلي للغشاء السيتوبلازمي (الغشاء النهائي للبيضة)، وهذا الأخير يُغطى بطبقة زجاجية، تتضمن كذلك سكاكر متعددة مخاطية، ويتم رد التفاعل القشري خلال 60-100 ثانية، وتنتشر من نقطة تماس النطفة باتجاه القطب المقابل، وبذلك يمنع الإلقاح متعدد النطاف . ويساعده في ذلك، تبدل الحالة الفيزيائية لسطح البيضة خلال ثانييتين.

أما فيما يتعلق بالبرمانيات، كما لدى الضفادع والبرمائيات عديمات الذنب الأخرى، (ذوات الإلقاح أحادي النطفة)، تفرغ الحبيبات القشرية محتوياتها في الفضوة حول المحي، خلال بضع دقائق (أقل من 3 دقائق لدى بعض الأنواع)، عندئذ يفصل الغشاء الخلوي، عن الغشاء الجريبي - البيضي (المشيم أو المشيماء Chorion) بوساطة مادة لزجة، والذي يمكن اعتباره كغشاء الإلقاح (الشكل: 25).

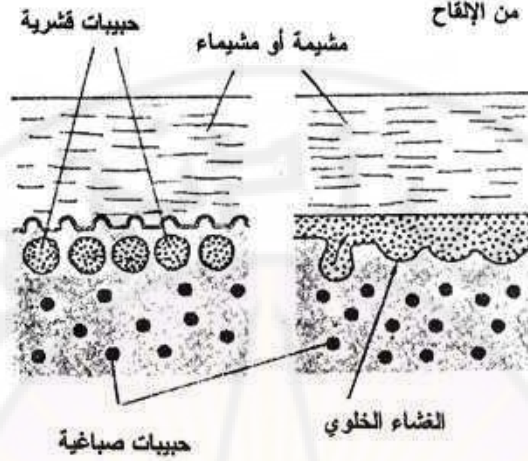
وبعد ذلك تتميع هذه المادة، وتتشكل طبقة إضافية على سطح الغشاء الخلوي يدعى بالغشاء العلوي Epilemme بينما نلاحظ لدى التريتون (من الضفادع المذبذبة، ذوات الإلقاح متعدد النطاف) عدم وجود حبيبات قشرية، وبالتالي فإن السكاكر المتعددة المخاطية، توجد في الفضوة حول المحي، قبل الإلقاح بكميات قليلة. وتتسع تلك الفضوة، عند دخول الماء إليها، تحدث هذه الظاهرة بعد الإباضة بقليل، حتى وإن لم يحدث الإلقاح.

في الثدييات يحدث التفاعل القشري لما هو مشابه في قنفذ البحر، حيث تَحرر محتويات الحبيبات القشرية في الفراغ أو الفضوة بين الغشاء السيتوبلازمي والغشاء الشفاف (فضوة حول البيضة)، مما يؤدي إلى ارتفاع الضغط الحلوي لسائل هذا الفراغ ويستدعي دخول الماء من البيضة نفسها وبذلك يتقلص حجمها، وتزداد الفضوة حول البيضة مؤدية إلى ارتفاع غشاء الإلقاح الآخذ بالتشكل، وما أن يتم تشكل غشاء الإلقاح، حتى يصبح دخول النطاف عبره مستحيلاً.

يبدو أن المستقبلات في غشاء البيضة تختلف من حيوان ثديي إلى آخر.

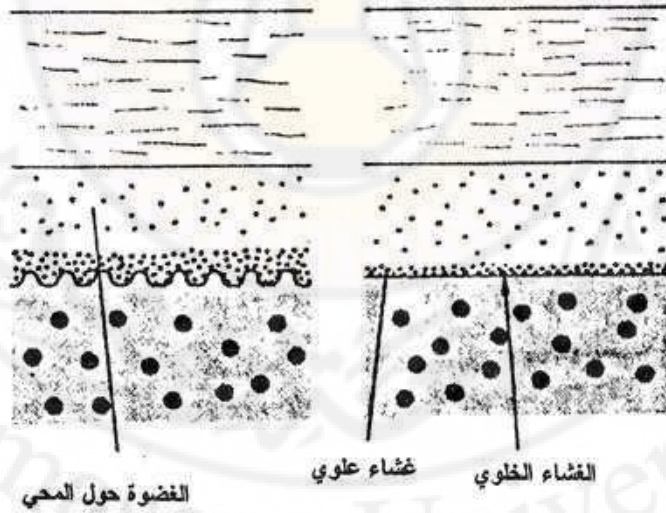
1 - الببضة قبل الإلفاح

2 - بعد بضع دقائق من الإلفاح



3 - بعد 30 دقيقة من الإلفاح

4 - مرحلة الخليتين الأصليتين



الشكل (25) تمثيل تخطيطي للتبدلات القشرية
وللمادة المحيية المحيطية لدى الضفدع

وقد بيّنت دراسات المجهر الإلكتروني لبيوض كثيرة من الزمر الحيوانية أن الحبيبات القشرية تمتلك أشكالاً وأحجاماً مختلفة (من 0.3 - 0.5 حتى 5 ميكرون) وإن المواد التركيبية الأساسية للحبيبات القشرية، عبارة عن سكريات متعددة مخاطية (بروتينات سكرية).

كما تحتوي أغشية الحبيبات القشرية (يمكن تسميتها حوصلات قشرية) للأسماك العظمية على ليبيدات.

بالإضافة إلى ما ذكر من تغيرات عميقة على مستوى الطبقة القشرية فهناك تغيرات أخرى على المستوى الكيميائي الحيوي نذكر أهمها:

- 1- زيادة في قابلية غشاء البيضة الملقحة النفوذية بشكل حاد.
- 2- زيادة في تدفق شوارد الصوديوم Na^+ .
- 3- فقدان البيضة لشوارد الكالسيوم والبوتاسيوم.
- 3- تحول NAD إلى NADP.
- 4- زيادة في كمية الفوسفات داخل البيضة الملقحة.
- 6- زيادة في فعالية الأنزيمات الحالة للبروتين *Proteolytic enzymes*.
- 7- بدء تكوين DNA.
- 8- في الدقائق الأولى بعد الإلقاح تزداد محتويات البيضة من الحموض الأمينية الحرة وهذا يعد مؤشراً لازدياد عمليات الاستقلاب (هدم).
- 9- في الدقائق العشر الأولى بعد الإلقاح يلاحظ ازدياد تبادل الكربوهيدرات، ملاحظاً استهلاك الغليكوجين.
- 10- زيادة في تركيب البروتينات المطلوبة لكل مرحلة.

عوامل الإلقاح وحيد النطفة

بالإضافة إلى ما تم ذكره بشكل عام من وجود عوامل تمنع الإلقاح بأكثر من نطفة واحدة وذكرناها سابقاً أن عملية تراض النطاف في ماء البحر يؤدي إلى جعل الإلقاح وحيد النطفة.

كذلك هناك بعض الأنزيمات التي تطلقها الحبيبات القشرية من شأنها أن تجعل الإلقاح وحيد النطفة. كما أن تشكل غشاء الإلقاح يستحيل معه اختراق نطفة أخرى للبيضة.

وفي بيوض الفقاريات كالضفادع مثلاً تصبح أغشيتها موجبة الشحنة الكهربائية بعد أن كانت سلبية، عند اختراق النطفة للبيضة مما تساعد على منع اختراق نطفة أخرى (أي تتغير قطبية الغشاء السيئوبلاسمي للبيضة) وبالتالي تجعل الحبيبات القشرية تقوم بعملها، وحدث التفاعل القشري، وبعد انتهاء وظيفتها تعود قطبية الغشاء إلى وضعها الطبيعي وقد برهنت التجارب، على أن جعل شحنة غشاء البيضة لدى الضفدع مثلاً، سالبة قد تمكّن أكثر من نطفة واحدة من اختراقها، وذلك عن طريق وضع البيضة في وسط يحوي على تركيز ضعيف من شوارد الصوديوم Na^+ ، لأنه المسؤول عن تغيير شحنة غشاء البيضة أو قطبيتها ولدى الثدييات تنشأ الزيادة في الاستقطاب نتيجة لزيادة في نفوذية شوارد البوتاسيوم، التي تحدث بسبب ارتفاع شوارد الكالسيوم داخل الخلية نتيجة التفعيل، كذلك التغيرات التي تحدث على سطح الغشاء الشفاف نتيجة تحرر محتويات الحبيبات القشرية ومشاركتها بثخانة غشاء البيضة السيئوبلاسمي والغشاء الشفاف حيث تندمج أغشيتها مع أغشية البيضة. وبالتالي فإن الغشاء الشفاف - الذي تحول إلى غشاء إلقاح - لا يسمح باختراق أكثر من نطفة واحدة.

كما أن محتويات الحبيبات القشرية تخرب مستقبلات النطاف الموجودة على سطح الغشاء الشفاف، وتبطل فعالية الجسيمات الحالة الموضعية للنطاف . وأكثر من ذلك، فلدى بعض بيوض الثدييات فإن غشاءها السيئوبلاسمي تصبح غير قابلة لاختراق أكثر من نطفة واحدة، من جراء تغيرات تصيب بنيتها، وقد تتعلق تلك التغيرات بوجود تراكيز أكبر من شوارد الكالسيوم Ca^{++} داخل سيئوبلاسم البيضة. ولدى بيوض بعد الزمر الحيوانية ككفنفذ البحر والطيور وبعض الثدييات، فإن تكون طبقة زجاجية Hyaline Layer كما سبق ذكره تمنع اختراق نطفة أخرى، ويعتقد

باحثون مثل غنيز بورغ 1967 أن لدى بيوض بعض الزمر الحيوانية كاسماك السلمون وأيضاً قنفذ البحر تمنع تعدد النطاف من خلال عملية فعالية واحدة وأساسية تقوم على طبيعة إفراز محتويات النطفة في سيتوبلاسما البيضة والتي تحدث في الوقت نفسه مع عملية إفراز محتويات الحبيبات القشرية. كما نلاحظ هناك آراء مختلفة حول كيفية صد أو منع دخول نطفة أخرى. مما يستدعي التفكير بوجود آليات مختلفة لمنع الإلقاح بأكثر من نطفة لدى بيوض مختلف الحيوانات.

الحركات السيتوبلاسمية للبيضة نتيجة الإلقاح ؛ أو التبدلات التي تؤدي إلى تمايز سيتوبلاسما البيضة الملقحة

إضافة لما سبق تسبب دخول النطفة للبيضة تبدلات عميقة فيما يتعلق بإمكان توضع عناصر سيتوبلاسما البيضة، وبالتالي يمكن لتوزيع تلك المواد والمكتنفات السيتوبلاسمية المختلفة أن تكون مختلفة عما كانت عليه قبل الإلقاح. بل تؤدي أحياناً إلى ظهور مناطق جديدة لم تكن موجودة في سيتوبلاسما البيضة قبل عملية الإلقاح.

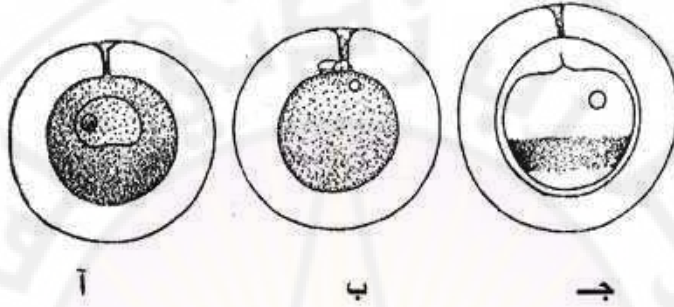
هذه التبدلات التي تحدث داخل البيضة نتيجة إلقاحها، لها أهمية قصوى في أحداثات التنامي الجنيني، ويمكننا القول : إنها تسبب فيما يتعلق بسيتوبلاسما البيضة، نوعاً من التمايز تؤدي إلى فرز أنواع سيتوبلاسمية معينة، تحوي عوامل توجه فيما بعد تمايز الخلايا في اتجاه محدد . وستعرض ذلك في عدد من بيوض بعض الزمر الحيوانية كأمثلة توضح عمليات الفرز المختلفة:

1- بيضة قنفذ البحر *Paracentrotus Lividus*:

تحتوي هذه البيضة مواد صباغية ذات لون بنفسجي مائل للاحمرار، يكون توزيعها قبل الإلقاح توزيعاً متجانساً مع السيتوبلاسما السطحية للبيضة، ونتيجة الإلقاح، تحدث حركات سيتوبلاسمية انسيابية تصيب تلك المواد الصباغية، حيث

تهاجر وتتوضع في منطقة محددة، تحت خط الاستواء، على شكل نطاق أو حزام يحيط بالبيضة. (الشكل: 26) .

الخلايا التي تحوي تلك الحبيبات الصبغية ستشكل جدار المعى.



الشكل (26) تمثيل يوضح تشكل نطاق الحبيبات الصبغية

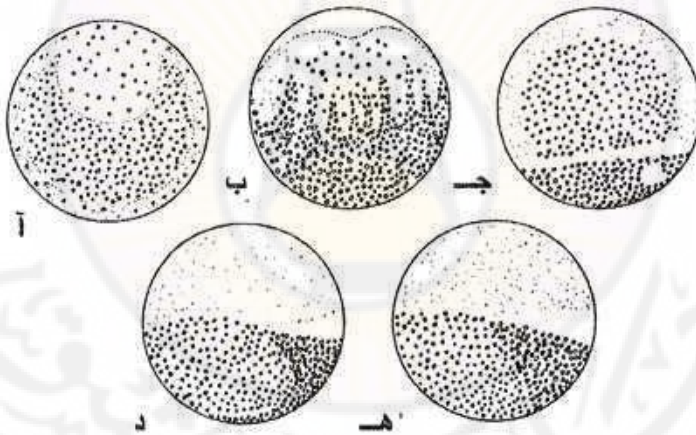
لدى بيضة قنفذ البحر بعد الإلقاح

أ- و ب- قبل الإلقاح ج- بعد الإلقاح

2- بيضة الكاسي Cynthia Partita :

تحتوي هذه البيضة مواد صبغية صفراء، يكون توزيعها متجانساً مع سيتوبلازما البيضة السطحية، وبعد الإلقاح، ودخول النطفة مباشرة، تحدث حركات سيتوبلازمية انسيابية، تتناول جميع سطح البيضة وتؤدي إلى أن هذه المواد الصبغية تنجّه نحو الأسفل، وتتجمع في النصف السفلي للبيضة، وفي مرحلة تالية، وعند تحرك النواة البدئية الذكرية للالتقاء بالنواة البدئية الأنثوية، في هذه اللحظة بالذات، تتعكس اتجاه الحركة الانسيابية، وتصبح من الأسفل إلى الأعلى إنما على جانب واحد فقط من سطح البيضة، هو الجانب الذي دخلت منه النطفة . تتجمع في هذه المنطقة الحبيبات الصبغية الصفراء بشكل كثيف، وتكون على شكل هلال يدعى بالهلال الأصفر، ويكون للأسفل قليلاً من خط الاستواء، هذا الهلال سوف يحدد بداءة الأدمة الوسطى في الجنين، ويحدد الوجه البطني له . مقابل الهلال

الأصفر تتكثف منطقة سيتوبلاسمية أخرى لونها رمادي، وتكون أيضاً على شكل هلال يدعى بالهلال الرمادي، وسوف يحدد بداية الحبل الظهرى والجملة العصبية، ويحدد الوجه الظهرى للجنين، بالإضافة، إلى أنه في القطب المغذي، تتجمع سيتوبلاسما غنية بالمواد المحية تحدد بداية الأدمة الداخلية، وفي القطب الحيواني تتشكل سيتوبلاسما شفافة فقيرة بالملح وتحدد بداية الأدمة الخارجية . وهكذا نتيجة الإلقاح عانت السيتوبلاسما تبدلات عميقة أدت إلى فرز ٤ أنواع، وعانت توزيعاً محدداً واضحاً، حيث نميز قطب حيواني وقطب مغذي، هلال أصفر، وهلال رمادي، أي يتحدد لدينا تناظر جانبي واضح. (الشكل:27).



الشكل (27) تمثيل يوضح مراحل تشكل الهلال الأصفر لدى

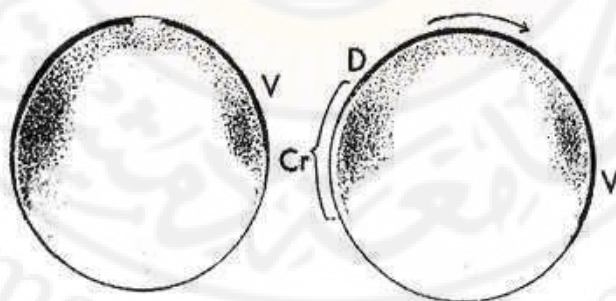
بيضة الكاسي Cynthia Partita بعد الإلقاح

3- بيضة الضفدع Rana:

توجد في بيضة هذا الحيوان مواد صباغية سوداء تكون متوزعة في القطب الحيواني، وتوزعها يكون بشكل تدرج حيواني - مغذ، أي تتناقص كميته باتجاه

القطب المغذي . وعند دخول النطفة وهجرة نواتها للاتحاد مع النواة البدئية الأنثوية، فإنها تشكل ممراً تتسحب فيها المواد الصبغية، وتعاني الطبقة القشرية انزلاقاً نحو الأعلى، وبالتالي فإنها تؤدي إلى كشف قسم من السيٲوبلاسما العميقة، ولحدوث توازن يأتي المح ليغطي تلك المنطقة التي انكشفت، وبتعبير آخر تحركت الحبيبات الصبغية من الجانب الظهري إلى الجانب البطني عبر القطب الحيواني، وتحركت الحبيبات المحية من الجانب البطني إلى الجانب الظهري عبر القطب المغذي . ونلاحظ في المنطقة المقابلة لمنطقة دخول النطفة تشكل منطقة كثيفة تحتوي على سيٲوبلاسما داخلية عميقة وحبيبات محية، وتكون على شكل هلال لونها رمادي، يدعى بالهلال الرمادي . وجد أن الهلال الرمادي يتشكل في منطقة مقابلة لمنطقة دخول النطفة .

وهذا الهلال مسؤول عن تحديد المحور الأصلي للجنين، ويحدد ظهر الجنين في حين أن المنطقة المقابلة له تحدد بطن الجنين، يتشكل المنفذ الأصل عند الحافة البطنية لهذا الهلال. (الشكل: 28).



الشكل (28) تمثيل يوضح تشكل الهلال الرمادي لدى بيضة الضفدع رانا بعد الإلقاح والسهم يشير إلى اتجاه دوران الطبقة القشرية ،
V- الجانب البطني و CrD- الجانب الظهري

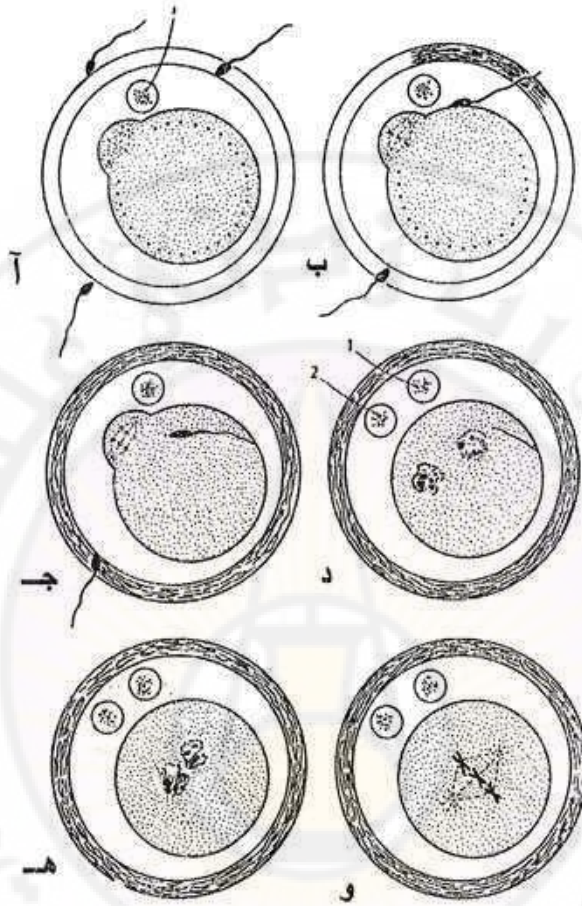
المنطفة داخل البيضة

تتجهنك البيضة إثر إلقاحها في تكملة انقسامها المنصف الثاني، لتعطي خلية بيضية ناضجة ذات صيغة صبغية أحادية $1n$ ، وكرية قطبية ثانية، وهنا تدعى نواة البيضة الناضجة، نواة بدئية أنثوية Female pronucleus ، في حين تدعى نواة المنطفة، النواة البدئية الذكرية Male Pronucleus وهي أيضاً ذات صيغة صبغية $1n$ وكما ذكرنا هدف الإلقاح هو اندماج هاتين النواتين، واختلاط مادتهما الوراثية لتصبح ذات صيغة صبغية مضاعفة $2n$ وتدعى نواة البيضة الملقحة . أما المريكز القريب فيصبح في هذه المرحلة محاطاً بأشعة كوكبية تشبه تلك الأشعة التي تحيط بالجسيم المركزي، ولذلك يدعى بالجسيم المركزي الذي ينقسم إلى اثنتين، ويشكلا مغزل الانقسام الأول، وعندما يقترب موعد الانقسام الأول للبيضة الملقحة كما في قنفذ البحر والفقاريات، ينحل الغشاء النووي وتأتي الصبغيات التي أتت من الأم والصبغيات التي أتت من الأب لتتوضع على الصفيحة الاستوائية للمغزل. (الشكل: 29).

هناك حالات يختلف فيها نمط اندماج النواتين البدئيتين.

ففي الحالة الأولى كما لدى قنفذ البحر والفقاريات يزول الغشاء النووي بعد أن تتحد النواتان البدئيتان، وتختلط مادتهما الوراثية، وتصبح داخل غشاء نووي واحد . وعند انقسام البيضة الملقحة إلى خليتين ينحل الغشاء النووي، وتتشكل مغازل الانقسام، وتتوضع الصبغيات على الصفيحة الاستوائية للمغزل .
أما في الحالة الثانية كما في بعض الرخويات والحلقيات ودودة الاسكاريس Ascaris يزول الغشاء النووي لكل نواة بدئية على حدة قبل اتحادهما، وتتحرك صبغيات النواتين، وبعد تشكل مغزل الانقسام، تتوضع هذه الصبغيات على الصفيحة الاستوائية.

بينما في الحالة الثالثة كما في بعض الزمر الحيوانية من القشريات ذوات الأرجل المجدفية Copepods وبخاصة في أنواع الجنس Cyclops فإن مواد



الشكل (29) تمثيل يبين عملية الإلقاح واندماج النواتين البدنيتين الذكرية والأنثوية

آ - و ب - تماس واختراق النطفة للغشاء الشفاف وطرح الكرة القطبية الأولية وبداية التفاعل القشري.

ج- اختراق النطفة الغشاء السيتوبلازمي للبيضة.

د - طرح الكرة القطبية الثانية وظهور النواتين البدنيتين الذكرية والأنثوية.

هـ- اقتراب النواتين البدنيتين الذكرية والأنثوية.

و - مرحلة الصفيحة الاستوائية من الانقسام الأول.

1- كرة قطبية أولى ، 2- كرة قطبية ثانية .

النواتين تظل منفصلتين، ولا تندمجان لفترة تتجاوز الانقسام الأول، وبالتالي الخلية الأصل تكون ذات نواتين بجانب بعضها البعض، ويحدث تقابل صبغيات الأب مع مثيلاتها من صبغيات الأم في مرحلة متأخرة جداً في الخلايا التناسلية للفرد المتشكل وخلال الطور الطبيعي من الانقسام المنصف الأول.

أما من حيث دخول النطفة بكامل أجزائها أو قسم منها، فإننا نلاحظ، أن لدى الثدييات كل النطفة بأجزائها الثلاث تدخل البويضة بينما لدى شوكيات الجلد فالذيل يبقى خارجاً، ولدى النيريس مثلاً لا يدخل إلا الرأس مع مريكزه القريب.

الإلقاح خارج الجسم (في الزجاجة) ويسمى الإلقاح الصناعي

Artificial Fertilization

ويتم على الأغلب لسببين:

1- انسداد البوق في المرأة.

2- وجود أمراض وراثية.

لتحقيق ذلك تُفتح كوة صغيرة في خاصرة المرأة، للحصول على بيوضها جراحياً من المبيض، حيث يتم سحب تلك البيوض بممص خاص دقيق من الجريبات الناضجة تقريباً (عددها بين 7-8).

ثم توضع في وعاء زجاجي يحتوي على وسط مغذٍ، بالإضافة إلى هرمون البروجسترون . بعد ذلك يضاف السائل النطفي للأب لتتم عملية الإلقاح، وتبدأ البويضة الملقحة بالتقسم عدة انقسامات وفي مرحلة الخلايا الثماني، يتم غرسها في رحم الأم المهيأة للحمل الطبيعي «ويمكن تهيئتها بحقنها هرموناً مهيئاً للحمل (البروجسترون)» ويمكن أن تنزع من الجنين خلية واحدة ليتم فحصها وراثياً للتحقق منها إذا كانت خالية من المرض الوراثي ؛ أي غير حاملة للجين المعيب المورث للمرض (تحليل بيولوجي جزيئي).

الفصل الرابع

التقسم أو التفليج Cleavage

- أنماط التقسم Patterus of cleavage .
- أنماط التقسم تبعاً لتصنيف البيوض بحسب كمية المح وتوزعها في السيتوبلازما .
- بيوض قليلة المح Oligolecithal .
- بيوض متوسطة المح Mesolecithal .
- بيوض غزيرة المح Megalecithal .
- بيوض مركزية المح Centrolecithal .
- التويطة Morula .
- الأصيلة Blastula وأنماطها .
- الأصيلة المجوفة Coeloblastula .
- الأصيلة المحيطية Periblastyla .
- الأصيلة القرصية Discoblastula .

تنتظر الببضة الملقحة مهمة أساسية عليها أن تنجزها، وهي التقسم ؛ أي تنقسم الببضة الملقحة عدة انقسامات خلوية لكي تنتج خلايا أساسية لبناء جسم الجنين.

والخلايا الناتجة عن التقسم، تدعى بالخلايا الأصل blastomeres (أو قسيمات أرومية أو الفلجات).

أهم ميزات هذه المرحلة :

تحول الجسم المؤلف من خلية واحدة (ببضة ملقحة)، إلى جسم مؤلف من خلايا كثيرة بحيث إن كل خلية تكون أصغر من سابقتها، وبالتالي فإن عدد النوى في الجسم ككل يتزايد، وكذلك عدد الخلايا التي نتجت عن تقسم الخلية الواحدة، وهي الببضة الملقحة . كذلك السيئوبلازما التي انقسمت، أصبحت كميتها في كل خلية ناتجة عن التقسم أقل مما كانت عليه في الببضة الملقحة . بالنتيجة نرى بأن التقسم يعيد معدل النسبة بين النواة والسيئوبلازما إلى مستواها الطبيعي، وتساوي أي خلية بدنية كما أنه لا يطرأ أي نمو على الخلايا الناتجة عن التقسم . ففي مرحلة الببضة الملقحة لدى قنفذ البحر يكون:

حجم النواة : حجم السيئوبلازما

1: 550

وفي نهاية مرحلة الأصيل تكون حجم النواة : حجم السيئوبلازما

1 : 6

بالإضافة إلى أنه لا يطرأ على أماكن عناصر السيئوبلازما أي تغير خلال عملية التقسم. وخلال هذه المرحلة لا تحدث أي عمليات بنائية، وبالتالي لا يتم

تركيب بروتينات تخص عمليات التمايز، فالتغير هنا كمي وليس كيفياً . حيث تزداد كمية مواد معينة، وتنقص كمية مواد أخرى . فالمواد الإخبارية تتناقص لتتحول إلى سيتوبلازما فعالة.

بينما يتحول قسم من المواد السيتوبلازمية إلى مواد نووية، ويحدث ازدياد مطرد للحمض النووي الريبي منقوص الأكسجين DNA وسنذكر أهم مصادر الـ DNA:

- 1- وجود كل مستلزمات تحضير الـ DNA، وكذلك الأنزيمات اللازمة لتضاعفه وهي متوافرة في سيتوبلازما الببضة.
- 2- وجود وحدات بنائية لـ DNA، نيوكليوتيدات منقوصة الأوكسجين ثلاثية الفوسفات.
- 3- نيوكليوتيدات الـ RNA.
- 4- من الخلايا الجريبية لبعض الزمر الحيوانية، المحيطة بالببضة.

أما بالنسبة لـ rRNA، فلا يجري تصنيعه في مرحلة التقسم لدى قنفذ البحر والصفدع بل يعتمد على المخزون الوفير الذي تم تخزينه، خلال دور نمو الخلية الببضية .

أما تصنيع الـ mRNA أثناء مرحلة التقسم، فيكون ضعيفاً حيث يبدأ تصنيعه في البرمائيات في مرحلة التقسم 8-16 خلية، ويستمر بمعدل منخفض وثابت . بالإضافة إلى وجود مخزون وفير من mRNA في الببضة . ويعتمد عليها في تركيب البروتينات البنائية اللازمة لعمليات التقسم. مثل بروتين الأكتين Actin اللازم لتشكيل الخيوط -أو الليفيات- الدقيقة من أجل عملية الانقسام السيتوبلازمي (شق الانقسام) . وبروتين التيوبولين Tubulin اللازم لتشكيل الأنابيب الدقيقة لعملية الانقسام النووي (خيوط المغزل والأشعة الكوكبية) . والهستونات Histones اللازمة للارتباط بالصبغيات . علماً أن بعض هذه البروتينات تكون مخترنة في الخلية الببضية.

الجنين وبعد عدة انقسامات يصبح مؤلفاً من خلايا عديدة تشبه التوتة، ولذلك دُعيت بالتوتة Morula تنتهي مرحلة التقسم عند تشكل جوف داخل التوتة يدعى بالجوف الأصل Blastocoele، والجسم يدعى بالأصيلة Blastula.

أنماط التقسم Patterns of cleavage

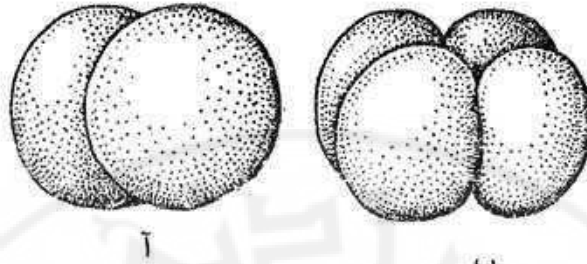
يحدث التقسم بشكل عام كمايلي:

الانقسام الأول: نصف نهاري Meridional، أي يبدأ بالقطب الحيواني، وينتهي بالقطب المغذي (طولياً)، ويعطي خليتي أصل متساويتين .
الانقسام الثاني: أيضاً نصف نهاري؛ إنما عامودي على الأول وشق الانقسام يمر بالمحور الرأسي للبيضة، ويشكل زاوية قائمة مع شق الانقسام الأول ويعطي 4 خلايا أصل متساوية.

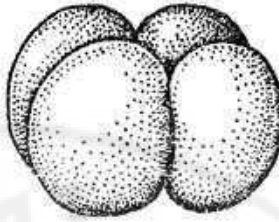
بينما الانقسام الثالث: استوائي Equatorial (عرضي) ويعطي 8 خلايا أصل إما أن تكون متساوية أو غير متساوية حسب موقع شق الانقسام الثالث. وتؤولى بقية الانقسامات، سواء كانت شاقولية أم عرضية تبعاً لنوع المتعضية. هذه الانقسامات إما أن تكون متزامنة أي متوافقة التوقيت، كما في قنفذ البحر أو غير متزامنة أي عديمة التوقيت كما في الطيور والثدييات. هناك نمطان اثنان تبعاً لتوضع الخلايا الناتجة عن التقسم.

أ - إذا توضع كل خلية في النصف العلوي، فوق الخلية مباشرة في النصف السفلي فنمط التقسم شعاعي Radial cleavage . والسبب يعود إلى مغازل الانقسام التي تكون موازية أو عمودية بالنسبة للمحور، القطب الحيواني - المغذي. كما لدى شوكيات الجلد (قنفذ البحر) ودقيق الطرفين (الشكل: 30).

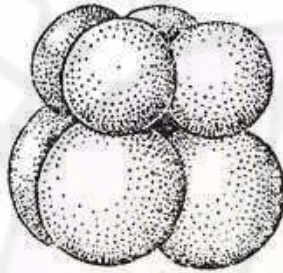
ب- إذا توضع كل خلية أصل في النصف العلوي فوق منطقة النقاء خليتي أصل في النصف السفلي . فنمط التقسم لولبي أو حلزوني Spiral cleavage . والسبب يعود إلى مغازل الانقسام التي تكون مائلة بالنسبة للمحور، القطب الحيواني - المغذي؛



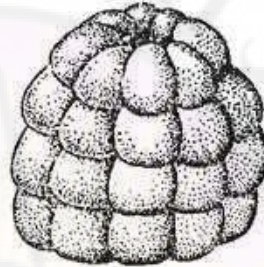
أ



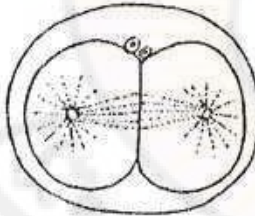
ب



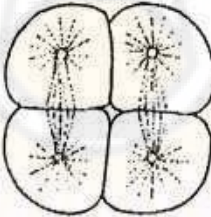
ج



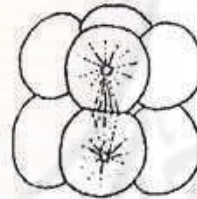
د



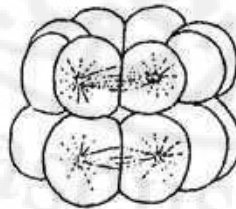
أ



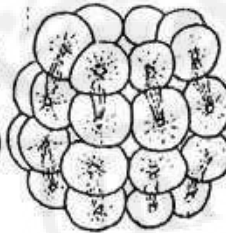
ب



ج



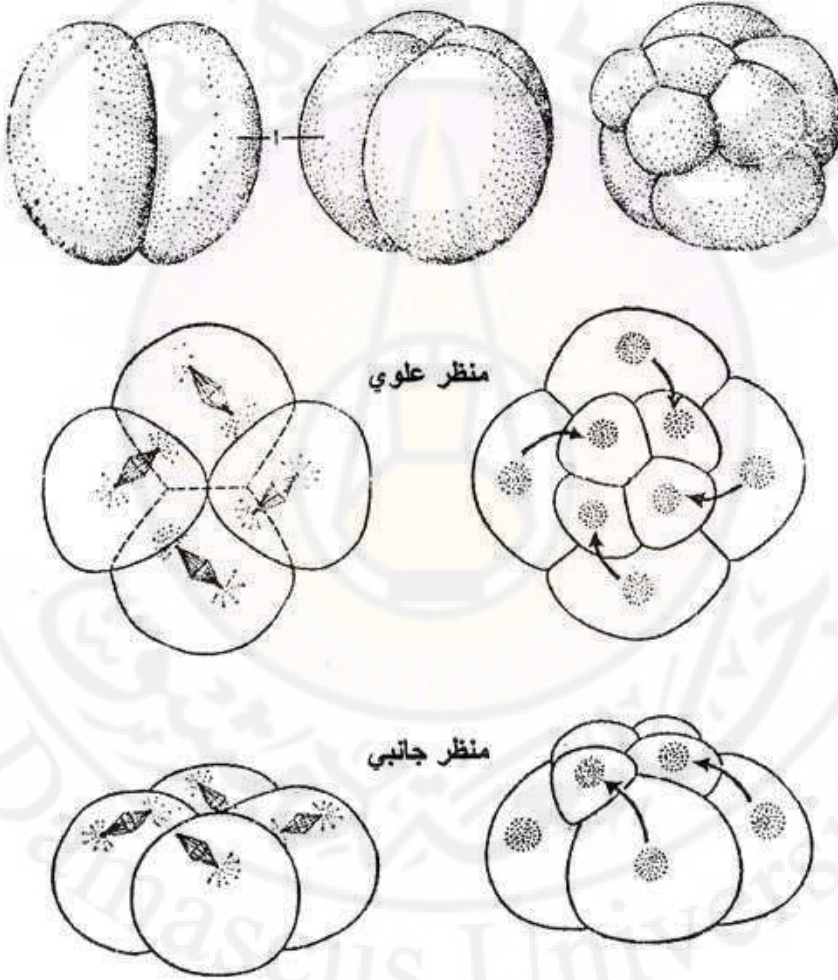
د



هـ

الشكل (30) نمط التقسم الشعاعي ، لاحظ مغازل الانقسام والتي تكون موازية
أو عمودية بالنسبة للمحور القطب الحيواني - المغذي

كما لدى الحلقيات والرخويات، وبعض الديدان المنبسطة والنيميرث، وتبعاً لميلان مغازل الانقسام تارةً باتجاه عقارب الساعة، وتارةً عكس اتجاه عقارب الساعة، نقول تقسم حلزوني أيمن dextral أو أيسر Sinistral. (الشكل: 31).



الشكل (31) نمط التقسم الحلزوني - لاحظ ميلان مغازل الانقسام

وتدعى البيوض ذات التقسم اللولبي بالبيوض الفسفيسائية . ولا تكون شقوق الانقسامات لدى تلك البيوض على مستوى نصف نهاري أو استوائي، بل تكون مائلة بزاوية 45° بالنسبة لخط الاستواء.

أنماط التقسم تبعاً لتصنيف البيوض بحسب كمية المح وتوزعها في السيتوبلاسما

1- بيوض قليلة المح *Oligolecithal*:

وهي بيوض صغيرة الحجم والمح فيها قليل، لذا يكون توزعها متجانساً مع توزع السيتوبلاسما وتدعى أيضاً بالبيوض متمائلة المح . وتتوضع نواة هذه البيوض في المركز مثل: بيوض شوكيات الجلد (قنفذ البحر)، وأغلب حيوانات الرخويات (عدا رأسيات الأرجل) ودقيق الطرفين، والإسفنجيات ويكون التقسم هنا كلي أي أن كامل البيضة الملقحة تنقسم إلى خلايا أصل وتعرف عندئذ بالبيوض كلية التقسم.

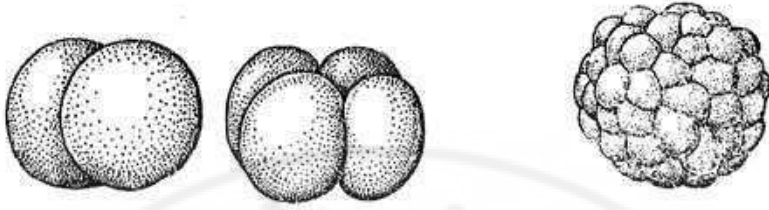
وتكون الخلايا الناتجة عن التقسم إلى حد ما متساوية في الحجم خاصة في مراحلها الأولى يمكننا القول إن التقسم كلي متساوٍ. إذاً نمط تقسم هذه البيوض كلي متساوٍ (الشكل: 32).

2- بيوض متوسطة المح *Mesolecithal*:

بيوضها أكبر من سابقتها وتحتوي على كمية لا بأس بها من المح، وتوزع المح هنا لا يكون متساوياً مع توزع السيتوبلاسما لذا تدعى أيضاً بالبيوض مختلفة المح.

تتوضع في منطقة القطب الحيواني النواة والسيتوبلاسما الفعالة وتكاد تنعدم من حبيبات المح، التي تكون متركزة في منطقة القطب المغذي.

نذكر مثلاً على ذلك بيوض البرمائيات (الضفدع).



الشكل (32) نمط التقسم الكلي المتساوي (دقيق الطرفين)

التقسم هنا كلي، أي أن الانقسام يشمل كامل البيضة لتعطي خلايا أصل غير متساوية.

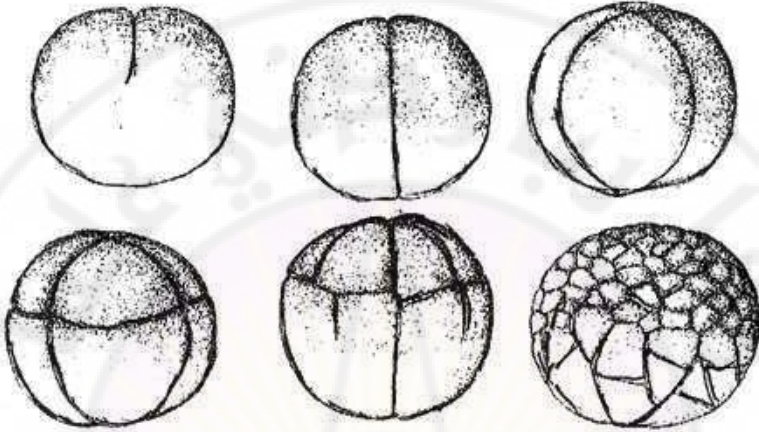
الانقسام الأول والثاني هو نصف ناهري، ويعطي بالنتيجة 4 أربع خلايا أصل متساوية الحجم. أما خط الانقسام الثالث، فيكون استوائياً، وبسبب وجود المح في هذه المنطقة فإن خط الانقسام يرتفع نحو أعلى خط الاستواء وبالنتيجة يعطي ثماني خلايا أصل. أربع خلايا أصل علوية صغيرة الحجم، وأربع خلايا أصل سفلية كبيرة الحجم ومفعمة بالمح. وعندما تتوالى الانقسامات فإن خلايا النصف الحيواني تتقسم بسرعة تختلف عن سرعة انقسام خلايا النصف السفلي وبالتالي يتشكل لدينا خلايا صغيرة الحجم في النصف العلوي وخلايا كبيرة الحجم ومفعمة بالمح في النصف السفلي.

إذا نمط التقسم هنا كلي إنما غير متساوٍ، إذا تقسمها كلي غير متساوٍ (الشكل:33).

3- بيوض غزيرة المح Megalecithal :

بيوض كبيرة الحجم، المح فيها غزير جداً، كما في بيوض الطيور والزواحف وبيوض الرخويات رأسيات الأرجل والأسماك الغضروفية والعظمية. يشغل المح معظم حجم البيضة بحيث تبقى منطقة صغيرة لا يشغلها المح تدعى بالقرص المنشئ أو القرص الأصل Blastodis الذي يتوضع في القطب الحيواني ويحوي على سيتوبlasma فعالة ونواة، لذا البعض يصنف تلك البيوض بأنها نهائية

المح Telolecithal لغزارتها والتقسم هنا لا يصيب كامل البيضة، بل فقط يتناول القرص المنشئ أو القرص الأصل.



الشكل (33) نمط التقسم الكلي غير المتساوي (ضفدع)

حيث لا تسمح غزارة المح باختراق شق الانقسام لها، وبعد الإلقاح مباشرة يتشكل شق انقسام سطحي، على مركز القرص الأصل المتوضعة في قمة المح، ثم يتبعه شق الانقسام الثاني المتعامد مع الأول، وهكذا تتتابع عملية الانقسامات لتشكل على السطح وفي المركز خلايا صغيرة تسمى بخلايا القرص الأصل، ويبقى المجموع على اتصال مع المح من الناحية السفلية.

طالما أنه لم ينقسم كامل البيضة، فتقسمها جزئي، ويتناول فقط القرص الأصل . إذاً نمط التقسم جزئي قرصي (الشكل:34).

4- بويض مركزية المح Centrolecithal :

تمتلك البويض كمية كبيرة من المح، تتوضع حول النواة والسينوبلازما الموجودة في البداية في مركز البيضة، كما في بويض مفصليات الأرجل (الحشرات) . عندما تتعرض البيضة للتقسم فإن الانقسامات الأولى تصيب النواة

دون السيٲوبلازما، حيث تنقسم إلى نواتين، فأربع . وبعد عدة انقسامات (حسب الزمرة الحيوانية)، تهاجر النوى المنقسمة نحو محيط الببضة مصطبحة معها جزءاً قليلاً من السيٲوبلازما المركزية لتسهل حركتها وتوجهها باتجاه المحيط وتختلط هذه السيٲوبلازما مع سيٲوبلازما الطبقة السطحية (المحيطة) للببضة، وتصبح النوى مستقرة ضمن السيٲوبلازما على محيط الببضة وبقيّة السيٲوبلازما المركزية تُرشف، وتحتل مكانها المح.

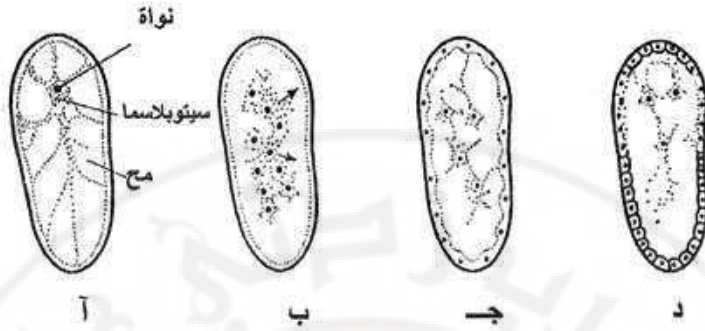


الشكل (34) نمط التقسم الجزئي القرصي الخاص بالبويض غزيرة المح

أما الطبقة السطحية (المحيطة) للببضة فتستقر فيها النوى المتعددة مع سيٲوبلازما مشتركة، وتتابع النوى انقساماتها ضمن كتلة سيٲوبلازمية مستمرة لتشكل طبقة ذات مقترن خلوي، بعد ذلك تنقسم السيٲوبلازما بشكل كامل بحسب عدد النوى، وتشكل طبقة خلوية على السطح، ومن هذه الطبقة (الأئمة الأصل) يبدأ الجنين تشكله وتطوره . لذا تقسم هذه البويض يكون من النمط الجزئي السطحي Superficial (الشكل: 35).

نخلص إلى القول: إن التقسم الكلي هي مشاركة كامل الببضة في أحداثات التقسم، ويكون إما من النمط الشعاعي، متساوياً أو غير متساوٍ.
أو من النمط اللولبي أو الحلزوني.

أما التقسم الجزئي فتكون السيٲوبلازما الفعالة والنواة مقرأً لحادثات التقسم، دون كتلة المح ويكون التقسم حذئياً قرصياً أو جزئياً سطحياً.



آ- بيضة الحشرات مركزية المح.

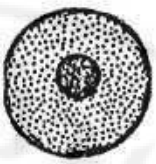
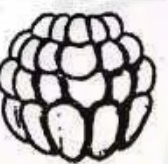
ب- تقسم النواة عدة مرات دون السيتوبلازما والسهم يشير إلى هجرة النوى نحو محيط البيضة.

ج- تكون مقترن خلوي على محيط البيضة.

د- تكون الأدمة الأصل على محيط البيضة.

الشكل (35) نمط التقسم الجزلي السطحي الخاص بالبيوض مركزية المح

نورد جدولاً (جدول: 1) : يبين تصنيف البيوض تبعاً لكمية المح وتوزعها وأماط تقسمها ، للسهولة.

كمية المح	توزع المح	البيضة	التقسم	نمط التقسم	زمر حيوانية
قليلة المح	متجانسة			كلي متساوي	قنفذ البحر ، دقيق الطرفين
متوسطة المح	غير متجانسة			كلي غير متساوي	برمائيات (ضفدع)
غزيرة المح	نهائية المح			جزئي قرصي	طيور وأسمك عظمية
غزيرة المح	مركزية المح			جزئي سطحي	مفصليات الأرجل (حشرات)

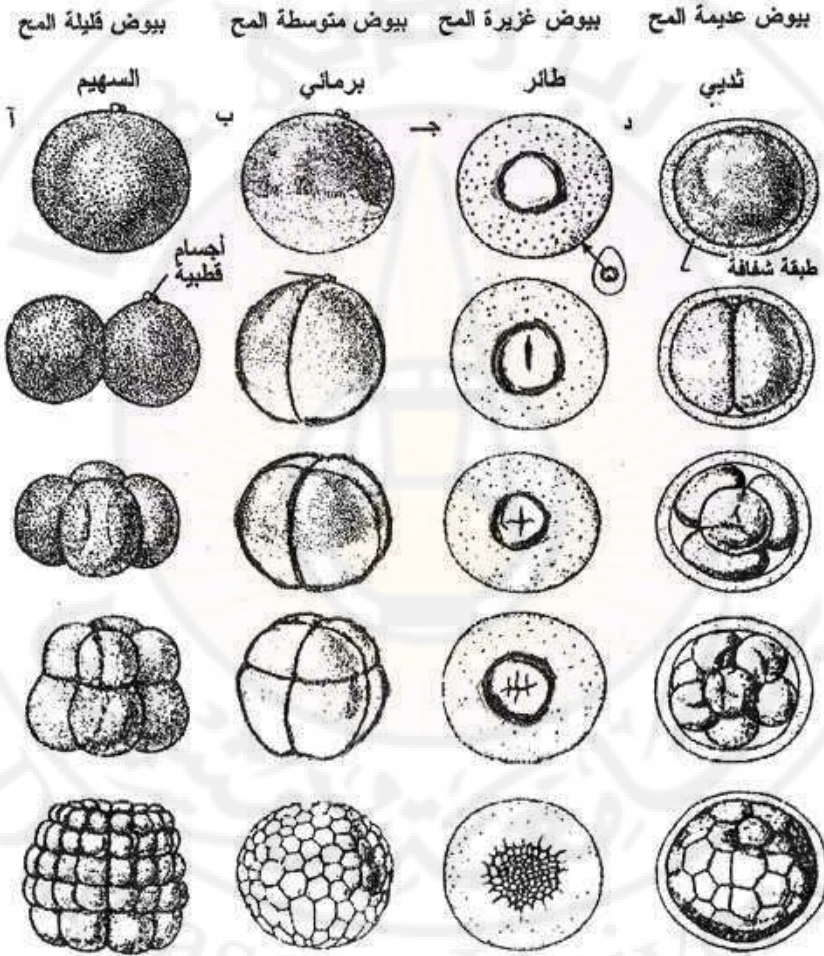
جدول (1) يبين تصنيف البويض تبعاً لكمية المح وتوزعها وأنماط تقسمها

التويئة Morula

بغض النظر عن الطرق المختلفة التي تسلكها المتعضيات، لتحقيق نموها وتطورها، فإن التقسم لديها ينتهي بشكل متشابه جداً مع بعضها البعض. البيضة الملقحة المنقسمة، بشكل عام تحتفظ بشكلها الكروي، والخلايا الأصل الناتجة عن التقسم تبدي ضغطاً كبيراً بالنسبة إلى بعضها البعض، وتكتسب شكلاً

متعدد السطوح أو الجوانب، ولا تسمح أن ينشأ فراغ فيما بينها، وتذكرنا كثيراً بثمره التوت.

ونكون في مرحلة التويته Morula وهي تصغير لكلمة Morum أي ثمرة التوت (الشكل: 36).



- أ- بيوض قليلة المح ، تقسم كلي متساو (دقيق الطرفين ، قنفذ البحر)
 ب- بيوض متوسطة المح ، تقسم كلي غير متساو (ضفدع)
 ج- بيوض غزيرة المح ، تقسم جزئي قرصي (طيور)
 د- بيوض عديدة المح ، تقسم كلي متساو (ثدييات حقيقية)

الشكل (36) مراحل تشكل التويته لدى بيوض عدة زمر حيوانية

الأصيلة Blastula وأنماطها

تنتهي مرحلة التقسم بتكوين جوف داخل التويئة وتدعى بالأصيلة Blastula - وهي مشتقة من كلمة يونانية Blaste، Blastos وتعني بداءة أو باكورة أو فرخ. والجوف المتشكل، يدعى بالجوف الأصل Balstocoel والخلايا التي تحيط بها هي خلايا الأدمة الأصل Blastoderm وتشكل جدرانها ويختلف سعة هذا الجوف من زمرة حيوانية لأخرى، فمثلاً لدى شوكيات الجلد كقنفذ البحر، يكون الجوف كبيراً ويظهر في الوسط، بينما لدى البرمائيات، كالضفادع، الجوف أصغر، ويقع في القسم العلوي، ولدى الطيور يكون الجوف كشق صغير تحت الأدمة الأصل، وهكذا. في بعض الحالات يختفي الجوف الأصل أو يضم. تبعاً لذلك توجد أنماط مختلفة للأصيلة نوردتها على الشكل التالي:

1- الأصيلة المجوفة Coeloblastula :

آ- مركزية :

أصيلة ذات جوف أصل مركزي، واسع، تتألف جدران الأصيلة من طبقة واحدة فقط من خلايا الأدمة الأصل، مثل جنين قنفذ البحر، ودقيق الطرفين والتي تصنف ببويضها ضمن الببوض قليلة المح ونمط تقسمها كلي متساو (الشكل: 37- ب).

ب- غير مركزية :

أصيلة ذات جوف أصل غير مركزي، غير واسع، يقع الجوف الأصل في النصف العلوي، مثل جنين الضفادع، وتصنف ببويضها ضمن متوسطة المح، ونمط تقسمها كلي غير متساو، وبالتالي، سقف الجوف مؤلف من طبقتين أو أكثر من خلايا صغيرة الحجم وفقيرة بالمح. وأرض الجوف مؤلف من عدة طبقات من خلايا كبيرة الحجم ومفعمة بالمح (الشكل: 37 - ج).



آ- التوتية . ب- أصيلة مجوفة مركزية ، (قنفذ البحر). ج- أصيلة
مجوفة غير مركزية (ضفدع). د- أصيلة غير مجوفة (معالي الجوف
Lucernaria من أنواع قناديل البحر) . هـ- أصيلة غير مجوفة
(ديدان Bonellia من شعبة أفغويات الذيل Echiura) . و- أصيلة
قرصية (أسماك عظمية). ز- أصيلة قرصية (طيور)
الشكل (37) أنماط الأصيلة

2- الأصلحة غير المجوفة Sterroblastula:

أصلحة لا تمتلك جوفاً أصلياً، وتسميتها مشتقة من كلمة يونانية Sterro ؛ وتعني التماسك المتين مثل بعض معانيات الجوف Lucernaria من أنواع قنديل البحر - كذلك مثل أصلحة بعض الديدان مثل ديدان Bonellia من شعبة أفغويات الذيل Echiura.

بيوضها فيها مح لا بأس به، وتقسمها كلي غير متساوٍ (حلزوني) (الشكل: 37-د، هـ).

3- الأصلحة المحيطية Periblastula :

وهي أصلحة متفردة بنيتها، وتختص بها البيوض ذات المح المركزي، والتقسم السطحي، والجوف الأصل هنا ممتلئ بالمح، لذا لا يوجد فيها جوف أصل، والأدمة الأصل هنا تتألف من طبقة واحدة من الخلايا، مثل الحشرات من مفصليات الأرجل (الشكل: 35-د).

4- الأصلحة القرصية Discoblastula :

أصلحة تميز بيوض ذات التقسم القرصي، لها جوف أصل عبارة عن شق صغير يقع تحت الأدمة الأصل، وبالتالي يكون الجنين على شكل قننسة فوق كتلة المح، غير المنقسمة كما في الطيور والزواحف والأسماك العظمية ذات بيوض غزيرة المح (الشكل: 37-و، ز).

الجدير بالذكر أن لدى معظم الثدييات يؤدي التقسم فيها إلى تكوّن الحويصل الأصل شبيه بالأصلحة، سنأتي على ذكره في فصل خاص.

وتجدر الإشارة إلى أن هناك أنماط أخرى للأصلحة، تختص بها زمر حيوانية معينة كالأصلحة السابحة، والأصلحة طرفية القرص لدى بعض الإسفنجيات، وإلى ما هنالك من أنماط أخرى آثرنا عدم الخوض فيها.

الفصل الخامس

تشكل المعيدة Gastrulation

- تشكل المعيدة بالانغماد (Invagination).
- تشكل المعيدة بالإحاطة الخارجية (Epibolie).
- تشكل المعيدة بالهجرة (Immigration).
- تشكل المعيدة بالتصفيح (Delamination).
- لمحة عن التمايز differentiation وتكون الأعضاء Organogenesis.

في الفصل السابق رأينا بأن الأصلية، هي جسم مؤلف من خلايا الأدمة الأصل وفيها جوف .

في هذا الفصل سندرس ماذا سيحصل لهذا الجسم من تغيرات من الناحية الخارجية والداخلية ورأينا أيضاً بأن للأصلية نظاماً من الأغشية وتحتل مساحة أكبر من تلك التي كانت تحتلها خلايا القطب العلوي الحيواني، وخلايا القطب السفلي المغذي لهذا لا بد من حصول تغيرات في شكل تلك الأصلية لأن التطور والنمو يتطلبان تغييراً في هذا الجسم.. فما هي تلك التغيرات؟

تبدأ الخلايا بالحركة وهذه الحركات الخلوية مهمة، لأنها تؤدي إلى تشكيل فرد كامل.

وتدعى لذلك بالحركات المؤدية للتشكل Morphogenetic Movement هذه الحركات إما أن تكون هجرة، أو إزاحة، أو انخماصاً، أو التقافاً، أو تمدداً، أو تكثفاً، أو تطبيقاً إلى ما هنالك من حركات خلوية أخرى، والخلايا التي تقوم بذلك الحركات، من البديهي، أن يصيب تغييراً في شكلها . فمثلاً الخلايا التي تهاجر، يتحول شكلها من مكعبة أو موشورية إلى شكل قارورة والخلايا التي يصيبها تمدد، تتحول إلى شكل حرشفي أو رصفي وعندها يختلف بعدا الخلية عما سبق، وبالعكس إذا الخلايا أصابها تكثف ستحول عندئذ إلى شكل موشوري وهنا أيضاً بعدا الخلية سيتغير.

الأمر الآخر، هل ستهاجر الخلايا فرادى أو جماعة مترابطة، وذلك تبعاً لوجود رابطة قوية بين خلاياها، وبالتالي يختلف سير العمليات التكوينية .

إذا المعيدة هي مجموعة حركات خلوية تؤدي إلى تحول الأصلية المؤلفة من أدمة أصل ذات نصف علوي ونصف سفلي، إلى جسم مؤلف من ثلاث أدماء وهي الأدمة الخارجية Ectoderm والأدمة الداخلية Endoderm ومابينهما الأدمة الوسطى Mesoderm.

ونتيجة لذلك نلاحظ تغيراً في الشكل الهندسي للمعيدة، والمعيدة Gastrula مشتقة من الكلمة اليونانية Gaster-بروز، تُحَدَّب في جوف الوعاء أو الأنثى، و Gaster معدة، والعمليات التي تقود إلى المعيدة، تدعى بتشكيل المعيدة Gastrulation.

إذا الحركات الخلوية أدت إلى دخول بداءة الأدمة الداخلية والوسطى إلى الداخل . لدرجة يذهب البعض بتعريف المعيدة بأنها تشكل الأدمة الوسطى.

في مرحلة المعيدة، يُلاحظ أن مدة الدورة الخلوية تتزايد تدريجياً، وبالتالي يحصل بطء في سرعة الانقسام الخلوي، وفي هذه المرحلة أيضاً، يحدث تركيب لأنواع من البروتين لم تكن موجودة سابقاً . أي يحدث تغير على المستوى الكيميائي، وبالتالي هناك تغير في نمط الاستقلاب وازدياد في تفاعلات الأكسدة الخلوية، أيضاً من المهم الإشارة إلى أن المورثات الأبوية بدأت تأخذ دورها تدريجياً حسب متطلبات المرحلة، وتلك المورثات التي تبدأ بالعمل هنا هي نتيجة تقارب مجموعات خلوية معينة إلى جانب بعضها البعض أفرزتها تلك الحركات المؤدية إلى التشكل، بالإضافة إلى الوسط الداخلي، المحيط بها والوسط الخارجي وعوامل أخرى تؤدي تدريجياً إلى تشكل البداءات الأولية للأعضاء، وهنا تنتهي مرحلة المعيدة، وتبدأ مرحلة التمايز، وتشكل الأعضاء.

أنماط تشكل المعيدة

هناك عدة أنماط لتشكيل المعيدة تبعاً للحركات المؤدية للتشكل:

والمعيدة تتشكل إما من القطب المغذي، وتختص بها بيوض قليلة المح، أو تحت خط الاستواء في النصف السفلي من الأصيل وتختص بها بيوض متوسطة المح، بينما البيوض الغزيرة بالمح فيتحقق تشكل المعيدة داخل القرص الأصل في القطب الحيواني.

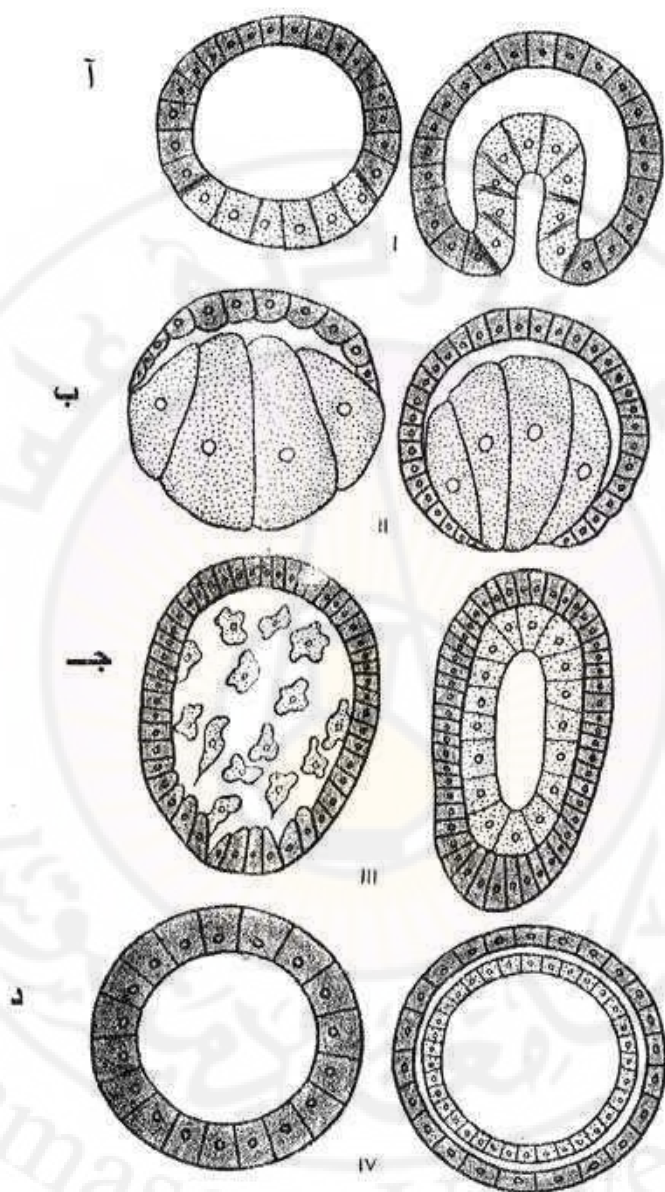
1- تتشكل المعيدة بالانخماص (الانغماد) Invagination:

كما نذل تسميتها هي تلك التي تتشكل عن طريق الانخماص أو الانغماد، حيث ينخمص قسم من الطبقة الخلوية الوحيدة، التي تشكل السطح الخارجي للأصيلة إلى داخل الجوف الأصل (الشكل: 38 - آ).

وبالتالي يتشكل لدينا جداران للجسم ؛ خارجي وهو الأدمة الخارجية، وداخلي وهو الأدمة الداخلية، وهذه الأخيرة المنخخصة تشكل معي ابتدائي Archentron، وفتحتها الخارجية تدعى بالمنفذ الأصل Blastopore . إذاً يتشكل المعيدة بالانخماص ينشأ جوف جديد هو جوف المعيدة أو مايسمى بالمعي الابتدائي الذي يتوسع على حساب الجوف الأصل الذي يُزاح كلياً.

أما فيما يتعلق بمصير فتحة المنفذ الأصل، فهو مختلف تبعاً لنوع الزمرة الحيوانية، قد يتحول إلى فتحة فموية، وتنتمي إليها حيوانات أوليات الفم Protostomia مثل الحلقيات Annelida ومفصليات الأرجل Arthropoda والرخويات Mollusca. وبعض الزمر الحيوانية الأخرى.

وقد يتحول المنفذ الأصل إلى فتحة شرجية، أو قناة معوية عصبية، تقع في النهاية الخلفية للجنين، والفم عند تلك الحيوانات ينشأ في النهاية الأمامية للجنين، وتنتمي إليها حيوانات ثانويات الفم Deuterostomia مثل شوكيات الجلد Echinodermata ، والحبلليات Chordata وأنصاف الحبلليات Hemichordata مثل معويات التنفس Enteropneusta .



آ- تشكل المعيدة بالانخماص ب- تشكل المعيدة بالإحاطة الخارجية
ج- تشكل المعيدة بالهجرة د- تشكل المعيدة بالتصفيح

الشكل (38) أنماط تشكل المعيدة

2- تشكل المعيدة بالإحاطة الخارجية Epibolie:

تتشكل لدى بعض الحيوانات، التي لها ببوض مفعمة بالمح، وتعطي بالتقسم خلايا كبيرة الحجم مفعمة بالمح في القطب المغذي، وفي المقابل، خلايا صغيرة الحجم في القطب الحيواني.

والخلايا الكبيرة صعب جداً انزياحها، لعدم وجود جوف، وبالتالي تغطي وتُزحف عليها وبسرعة خلايا صغيرة الحجم، وبالتالي تتوضع تلك الخلايا الآتية من القطب الحيواني، فوق سطح الخلايا الكبيرة والتي أصبحت بالداخل، وبالتالي لا يتشكل منفذ أصل، ولا يتشكل معي ابتدائي، وفيما بعد عندما تنقسم الخلايا الكبيرة وتصبح أصغر حجماً، عندئذ يتشكل جوف هو بداءة المعى الابتدائي (شكل 39-ب). مثال عليها ديدان Bonellia من شعبة افغويات الذيل Echiura - سي تعيش في أنفاق بالوحل والرمل في البحر، إلحاقها داخلي وتقسمها حلزوني، يتطفل الذكر بداخل تفريجات الإناث.

3- تشكل المعيدة بالهجرة Immigration :

تهاجر خلايا الأدمة الأصل باتجاه الجوف الأصل، وتعطي الأدمة الداخلية، نرى هذا النمط لدى العديد من الزمر الحيوانية، بالنسبة للفقاريات كالطيور، والزواحف.

أما بالنسبة للفقاريات فنرى هذا النمط لدى العديد من معائيات الجوف . والهجرة تحدث لديها إما من جهة واحدة وتدعى بالهجرة أحادية القطبية، أي تهاجر الخلايا من القطب المغذي باتجاه الجوف الأصل، والخلايا المهاجرة تشكل طبقة خلوية داخلية هي أدمة داخلية، بينما الطبقة الخارجية، هي أدمة خارجية مثل البوليبيبات الهيدرية Clytia، والمسيدوزات الهيدرية Aequorea، وميدوزة Octorchis gegenbauri.

أو تحدث الهجرة من عدة جهات، وتدعى بالهجرة متعددة القطبية، حيث الخلايا الأصل لمهاجرة تخترق الجوف الأصل ليس من جهة واحدة، بل من عدة جهات، تشمل كل سطوح الجنين وهي مميزة لأجنة ميدوزا Solmundella. ولدى الكثير من أنواع معائيات الجوف، تتميز المعيدة لديها بالهجرة لأز خلايا الأدمة الأصل، ذات فاعلية عالية، وتملأ الجوف الأصل، وبالتالي هذا الجوف يغيب بالكامل، لذلك لا يتشكل المنفذ الأصل لدى هذه المعيدة . (الشكل:38-ج).

4- تشكل المعيدة بالتصفيح Delamination:

هي خاصة جداً بنمطها، وفيها تقسم خلايا الأدمة الأصل بشكل موازٍ أو مماسي مع السطح، وبالتالي يصبح لدينا طبقتان خلويتان بعد أن كانت طبقة واحدة تحيط الجوف الأصل . الطبقة الداخلية تشكل الأدمة الداخلية، والطبقة السطحية تشكل الأدمة الخارجية والجوف المتشكل هو جوف المعى الابتدائي، نجدها عند بعض معائيات الجوف مثل ميدوزا Geryonia من الحيوانات الهيدرية (الشكل : 38 - د).

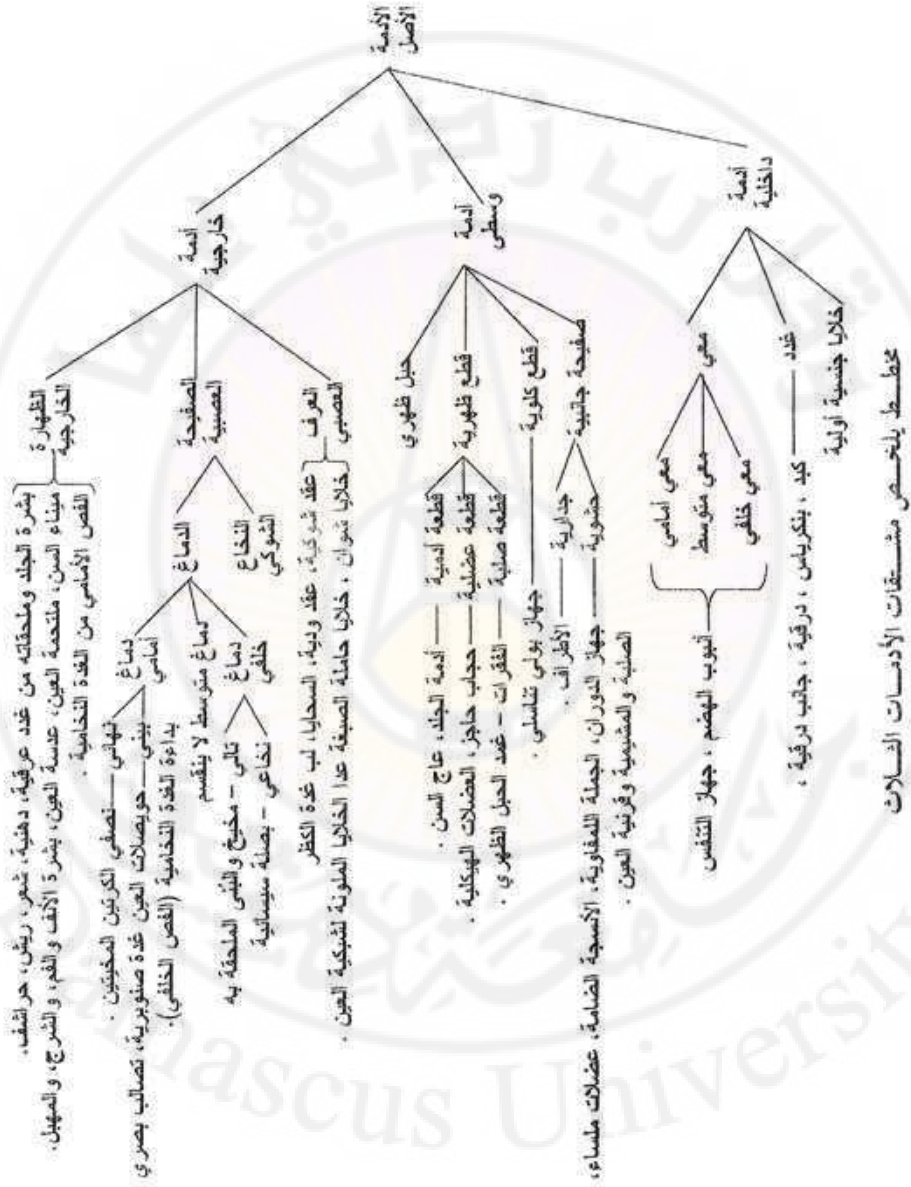
- من الممكن أن نجد عند متعضية ما نمطين من المعيدة، انخماص، وإحاطة خارجية كما لدى الضفدع وقد نجد أكثر من نمطين، وتدعى عندئذ بتمازج الأنمطة كما عند البرمائيات بشكل عام.

لمحة عن التمايز differentiation

وتكوّن الأعضاء Organoaenesis

تتخصص الخلايا الناتجة عن التقسم، ضمن اتجاه معين، لتأخذ شكلاً معيناً، وتختص بوظيفة تتلاءم مع موضعها وشكلها ونموها ضمن المنعضية ككل. ويتحكم في هذا الأمر فعالية المورثات الموجودة بداخل كل خلية، وتمايز كل خلية أو مجموعة خلوية ضمن توجه معين لفعالية مورثية معينة تخدم ذلك التوجه، والآلية التي تتحكم في عملية التمايز، هي تشغيل أو إيقاف عمل المورثات، ولا ننس أن هناك عوامل عدة تؤثر في عملية التمايز، منها تجاور المجموعات الخلوية، البيئة الداخلية، البيئة البيئية، البيئة الخارجية، عمليات الانقلاب والهرمونات، وبالتالي الخلايا المتميزة تشغل أماكن معينة في جسم المتعضية، ويصيبها نمو وانقسام خلوي، وبالتالي يتكون لدينا متعضية بالغة .

- إن الأدمات الثلاث التي تشكلت في مرحلة المعيدة، تبدأ بالتخصص، وتعطي كل منها أعضاء معينة، تشكل بداءات أولية للأعضاء، ومن ثم يستمر تمايز تلك البداءات مع نموها وانقسامها الخلوي، لتحقيق في النهاية أعضاء كاملة وبالتالي الشكل النهائي للفرد الكامل. وفيما يلي مخطط يلخص مشتقات الأدمات الثلاث.



الفصل السادس

التنامي الجنيني لدى شوكيات الجلد

- التقسم وتشكل الأصبلة .
- تشكل المعيدة Gastrulation .
- يرقة بلوتوس Pluteus .

شوكيات الجلد من الحيوانات اللاقارية وسندرس مثلاً عليها قنفذ البحر ، حيث إنها تبدي مراحل بسيطة خلال تناميتها الجنيني . ويستخدمها علماء الأجنة لسهولة الحصول عليها وبأعداد كبيرة ، ودراستها سهلة لكون الأجنة شفافة نسبياً.

التقسم وتشكل الأصلحة

سبق وذكرنا أن بيضة قنفذ البحر من النمط قليلة المح ، ومتساوية التوزع . يتم الانقسام الأول في مستوى نصف نهاري يقسم البيضة الملقحة إلى خليتي أصل متساويتين ، بدءاً من القطب الحيواني ونزولاً إلى القطب المغذي.

يتم الانقسام الثاني أيضاً في مستوى نصف نهاري إنما عمودي على الأول ليعطي أربع خلايا أصل متساوية.

يأتي الانقسام الثالث استوائياً ، ويقسم الخلايا الأربع إلى ثماني خلايا أصل متساوية . أربع خلايا علوية وهي خلايا النصف العلوي أو القطب الحيواني ، وأربع خلايا سفلية ، وهي خلايا النصف السفلي أو القطب المغذي ويكون توضع الخلايا شعاعياً.

وبما أن بيوضها قليلة المح فإن من الصعب التمييز بين الخلايا الأصلية الكبيرة والخلايا الأصلية الصغيرة قياساً إلى الخلايا الناتجة عن تقسم البيضة ذات مح متوسط أو غزير .

أما الانقسام الرابع فيكون مختلفاً ، وهنا يندمج التوافق في التقسم ، حيث تقسم خلايا النصف العلوي بطريقة تختلف عن تقسم خلايا النصف السفلي وبسرعة تقسمها.

فالخلايا العلوية يصيبها انقسام نصف نهاري ، وتشكل ثماني خلايا أصل-متوسطة الحجم مرتبة في طبقة واحدة ، أما الخلايا السفلية ، فيصيبها انقسام استوائي ، وتشكل ثماني خلايا مرتبة في طبقتين . أربع علوية كبيرة الحجم وملونة ، وأربع سفلية صغيرة الحجم وغير ملونة. وتحل قمة القطب المغذي وبالنتيجة يظهر لدينا 16 خلية أصل مرتبة في ثلاث طبقات.

أما الانقسام الخامس ، فيأتي معاكساً للانقسام الرابع ويعطي 32 خلية أصل مرتبة في أربع طبقات.

وهكذا نستو إلى الانقسامات ، وتعطي التويئة Morula ذات شكل كروي . ويكون التقسم إذا من النمط الكلي المتساوي.

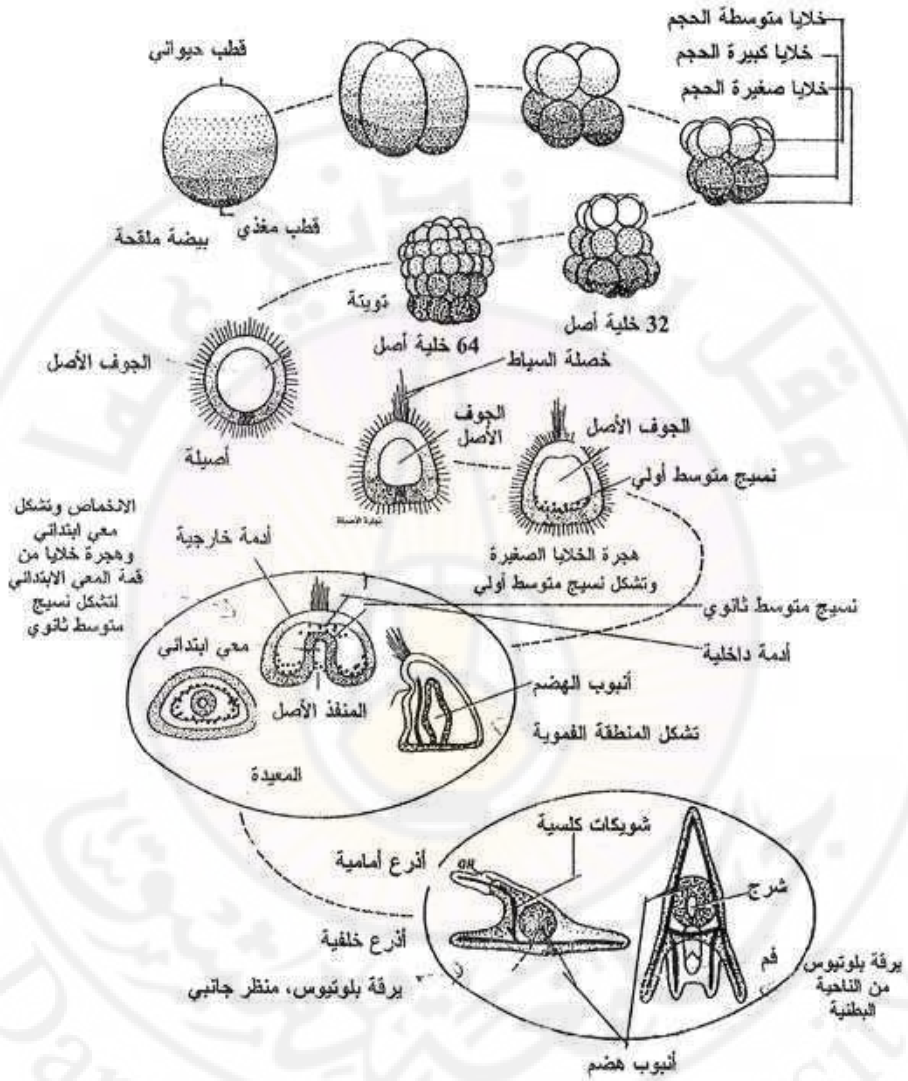
ينتهي التقسم بتشكيل جوف داخل الكرة الخلوية ويدعى بالجوف الأصل Blastocoele والجسم المتشكل هو الأصيلة Blastula (الشكل:39).

هذه الأصيلة مؤلفة من جوف أصل كبير يقع في الوسط ، وتحيط به طبقة واحدة من خلايا الأدمة الأصل Blastoderm ، لحد ما متساوية في الحجم ، ذات شكل موشوري . وتكون الأصيلة هنا هي من النمط ، الأصيلة المجوفة ، تمر هذه الأصيلة عبر الغمد المخاطي، وتسبح حرة في ماء البحر ، وتنتقل إلى مرحلة تالية وهي مرحلة المعيدة.

تشكيل المعيدة Gastrulation

تجري حركات خلوية ، تؤدي إلى توضع الخلايا موجودة على السطح إلى الداخل ولتغطي بداءات أولية للأعضاء ، وبالتالي يتغير شكل الجسم في هذه المرحلة ، ويصبح على شكل جذع هرمي وذات خصلة طويلة من السباط في قمة القطب الحيواني ، بالإضافة إلى وجود أهداب صغيرة على سطح الجسم .

تبدأ الخلايا التي نتجت عن تقسم الخلايا الأصل الصغيرة بالهجرة ، إلى داخل الجوف الأصل ، وتشكل النسيج المتوسط الأولي Primary Mesenchyme



الشكل (39) مراحل التنامي الجنيني لدى قنفذ البحر
بدءاً من البيضة الملقحة ومروراً بالتقسيم والأصيلة والمعدة
وانتهاءً بتشكيل يرقة بلوتيسوس

ويكون مسؤولاً عن تشكيل الشويكات الكلسية ، التي يتكون منها هيكل البرقة (انظر الشكل 39 - يرقة بلوتئوس).

بعد ذلك تتخصص الخلايا التي نتجت عن تقسم الخلايا الأصل الكبيرة باتجاه الجوف الأصل ، وتشكل المعى الابتدائي Archenteron ، الذي يمتد أكثر فأكثر إلى داخل الجوف ليحتل نحو ثلث المسافة ، فتحة هذا المعى هي المتنفذ الأصل Blastopore وستصبح الشرج فيما بعد (انظر الشكل السابق).

من الملاحظ بأن انخماص الخلايا إلى داخل الجوف أتى بسهولة، وهذا يعود لوجود طبقة واحدة فقط حول الجوف الأصل ونتيجة عدم احتوائها على كمية مح كبيرة . بعد ذلك تبدأ الخلايا الموجودة في قمة المعى الابتدائي بالانفصال ، وتهاجر إلى داخل الجوف المتبقي، وبنفس الوقت يستطيل هذا المعى على حساب عرضه ليقترب من جدار المعيدة ، وهذا يحدث من جراء سحب أو جر الخلايا المهاجرة من قمة المعى إلى الأعلى.

خلايا المعى الابتدائي هي خلايا الأدمة الداخلية، والخلايا المهاجرة من قمة المعى هي خلايا النسيج المتوسط الثانوي Secondary mesenchyme ، المسؤولة عن تشكيل العناصر الدموية.

بعد ذلك يضيق المعى الابتدائي في ذروته ويشكل حويصليتي الجوف العام هما حويصلتا الأدمة الوسطى . وجوفهما هو الجوف العام . بعد أن تصبح هاتين الحويصلتين مسدودتين تتوضعان على جانبي المعى الابتدائي . نلاحظ أن خلايا الأدمة الوسطى هنا تشكلت كلياً من خلايا الأدمة الداخلية فقط . خلايا النسيج المتوسط الأولي تفرز شويكتين تقعان على جانبي المعى الابتدائي.

يرقة بلوتئوس Pluteus

تشكل منطقة فموية من جراء منطقة تلامس يحدث بين خلايا الأدمة الخارجية التي تنقعر ، وخلايا الأدمة الداخلية المشكلة للمعى الابتدائي والذي ينقسم إلى مري ومعدة ومعى .

في أثناء ذلك ترتفع الأدمة الخارجية عند حافة الوجه الفموي لتشكل السواعد الأربعة التي تدعمها الفروع الشوكية وعندئذ تعرف هذه البرقة ببرقة بلوتوس Pluteus (الشكل : 39).



الفصل السابع

التنامي الجنيني لدى البرمائيات

- التقسم وتشكل الأصلة .
- المعيدة .
- تشكل البداءات الأولية للأعضاء (مشتقات الأدمات) .
- مشتقات الأدمة الخارجية .
- مشتقات الأدمة الوسطى .
- مشتقات الأدمة الداخلية .

سنأخذ مثلاً عليها جنين الضفادع الذي يمثل الفقاريات اللاسلوية.
إن المراحل الجنينية هنا أعقد من سابقتها، فبيضة الضفدع أكبر بكثير من
بيضة قنفذ البحر (2 مم)، وتحتوي كمية لا بأس بها من المح الذي يحتل القطب
المغذي، ونتيجة لذلك تكون المراحل الجنينية أطول وأعقد، معتمدة في غذائها على
المح في تلك الفترة الطويلة .
وتبعاً لكمية المح، فإن نمط التقسم والأصيلة وتشكل المعيدة، وتطور سير
الجنين يختلف عما وصفناه في جنين قنفذ البحر.

التقسم وتشكل الأصيلة

تجري عمليات التقسم وتشكل الأصيلة، بسرعة لدى الضفادع، حيث تنتهي
تلك العمليات خلال 24 ساعة.

يتم الانقسام الأول في مستوى نصف نهاري، يبدأ خط الانقسام، في القطب
الحيواني، ويحذف باتجاه القطب المغذي، ويقسم الهلال الرمادي إلى قسمين
متماثلين ويعطي خليتي أصل متساويتين.

عندما يبدأ شق الانقسام هذا باختراق المح في القطب المغذي، يتباطأ سيره
وقبل أن يصل إلى نهاية القطب المغذي، يكون شق الانقسام الثاني قد بدأ زحفه.

الانقسام الثاني أيضاً في مستوى نصف نهاري، إنما عمودي على الأول،
وكذلك خط الانقسام يبدأ في القطب الحيواني، وينتهي باتجاه القطب المغذي،
ويعطي أربع خلايا أصل متساوية.

ثم يأتي خط الانقسام الثالث استوائياً، وإن غزارة المح في القطب المغذي
يدفع خط الانقسام فوق خط الاستواء وأقرب ما يكون إلى القطب الحيواني ويؤدي
إلى تشكل أربع خلايا تدعى خلايا أصل صغيرة Micromere في القطب الحيواني،

وأربع خلايا سفلية كبيرة الحجم تدعى خلايا أصل كبيرة Macromere مفعمة بالمح في القطب المغذي وتتوالى الانقسامات، وينعدم التواء في سرعة الانقسام، حيث تنقسم خلايا القطب الحيواني، بسرعة تختلف عن سرعة خلايا القطب المغذي، وذلك لاختلاف حجمهما وملئ خلايا القطب المغذي بالمح. وبالتالي، تنقسم خلايا القطب الحيواني بسرعة أكبر من مثيلاتها في القطب المغذي، وفي النهاية تشكل التويطة Morula تقريباً في مرحلة 128 خلية أصل (الشكل : 33).

بعد ذلك يظهر جوف هو الجوف الأصل في النصف العلوي، وتكون في مرحلة الأصيل Blastula، ونمط الأصيل هو أصيل مجوفة (الشكل : 40).



الشكل (40) الأصيل لدى الضفدع ، لاحظ ظهور الجوف الأصل في النصف العلوي - منطقة القطب الحيواني

تختلف هذه الأصيلية عن أصيل قنفذ البحر في أمور عدة. فأصيلية الضفادع فيها جوف غير مركزي وغير كبير، ومتوضع في النصف العلوي وتحيط به من الأعلى طبقتان أو أكثر من الخلايا صغيرة الحجم. ومن الأسفل عدة طبقات من الخلايا كبيرة الحجم ومفعمة بالمح. والخلايا التي تكون على السطح مترابطة ارتباطاً قوياً جداً.

وتستمر مرحلة الأصيل باستمرار تقسم خلاياها، إلى أن تصل إلى 10-15 ألف خلية، عندئذ تبدأ مرحلة جديدة هي مرحلة المعيدة Gastrula.

المعدة Gastrula

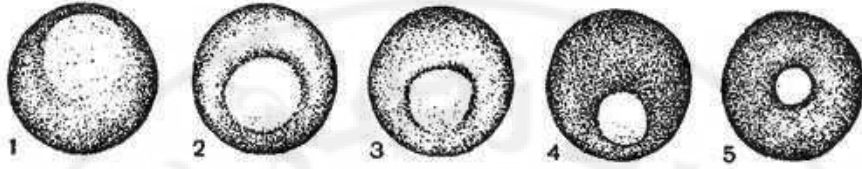
نظراً لامتلاء خلايا القطب المغذي بالمح، ولكبر حجمها ولكون القطب المغذي مؤلف من عدة طبقات خلوية، فإن تشكل المعدة لا يبدأ في قمة القطب المغذي كما رأينا في جنين قنفذ البحر.

وموقع الانخماص هنا يختلف، ويكون في منطقة جانبية ما بين منطقة الهلال الرمادي والقطب المغذي، وعلى الجانب الظهري للجنين، حيث تخصص الخلايا بشكل جماعي وهي أقرب ما تكون إلى عملية الالتفاف إلى داخل الجنين منه إلى الانخماص ويتكون شق صغير هو بداية المعي الابتدائي.

هناك مظاهر خارجية لعملية تشكل المعدة تعكس المظاهر الداخلية.

فمن الناحية الخارجية نرى علامة هذا الشق الصغير وهذه الثنية الصغيرة والتي تعبر عن بداية التفاف الخلايا إلى الداخل، في المنطقة المذكورة أعلاه ويكون على شكل قوس صغير يدعى بالشفة الظهرية للمنفذ الأصل، هذا القوس يكبر ويمتد، نتيجة حركة الخلايا ودخولها من هذا المنفذ، منتقلة من السطح إلى الداخل على شكل طبقة خلوية متلاصقة إلى جانب بعضها البعض (تحرك جماعي)، وتمتد بالداخل على حساب الجوف الأصل، ونتيجة لاستمرار حركة الخلايا إلى الداخل تمتد الشفة الظهرية جانبياً وإلى الأسفل، وتستطيل من جهتيها لتشكل الشفتين الجانبيتين للمنفذ الأصل، ويكون شكلها على شكل حدوة أو نضوة الحصان. تستمر الخلايا بالدخول، ونلاحظ انخفاض عدد الخلايا كبيرة الحجم على السطح الخارجي نتيجة دخولها إلى الداخل، وبالتالي تلتقي الشفتان الجانبيتان بطنياً وتشكل شفة بطنية للمنفذ الأصل ويكون شكل المنفذ الأصلي حينئذ دائرياً ويحصر بداخله خلايا كبيرة الحجم مفعمة بالمح، وتدعى تلك المرحلة بالسداة المحية Yolk Plug الدائرة تلك هي المنفذ الأصل والتي لا تبقى ثابتة بمكانها نتيجة استمرار حركة الخلايا من السطح واستقرارها بالداخل، بعد ذلك تلتحم الشفتان الجانبيتان لتُنتهي مرحلة السداة المحية، وتصبح غير مرئية، نتيجة دخول كامل الخلايا الكبيرة إلى

الداخل، ويرى مكانه شق طولي كشریط صغير . وهكذا يصبح المنفذ الأصل مغلقاً (الشكل :41) .



الشكل (41) تمثیل یوضح مراحل تشكل المعیة من الناحية الخارجية والتي تتمثل بتشکل شفاه المنفذ الأصل وصولاً إلى مرحلة السدادة المحیة

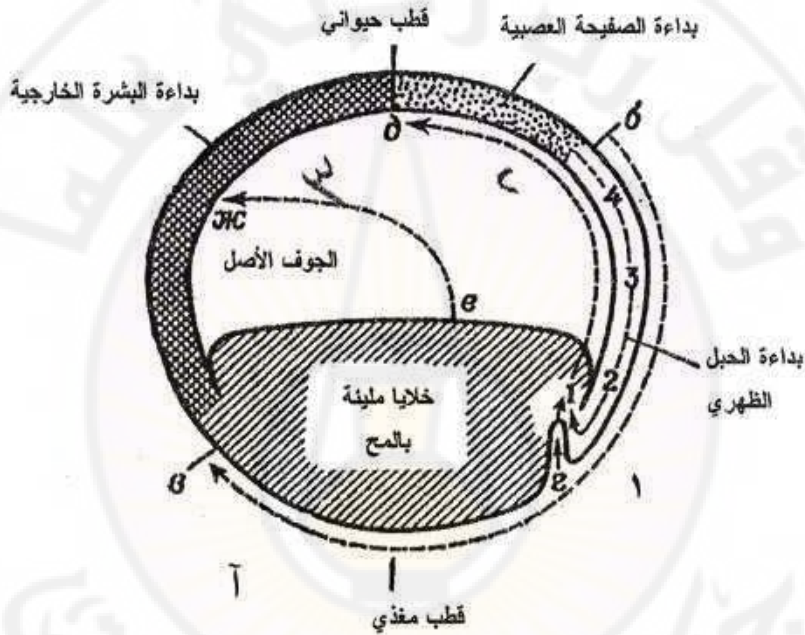
وفي الحقيقة يكون الانغلاق كلياً لدى الضفادع غير المذنبة، ولا تتغلق كلياً لدى الضفادع المذنبة ؛ بل تبقى قناة ضيقة جداً تصلها مع الوسط الخارجي. وبالنتيجة يتحقق دخول الخلايا التي ستعطي الأدمة الداخلية والأدمة الوسطى إلى الداخل . والخلايا الموجودة على السطح تمتد وتحيط بكامل الخلايا التي أصبحت بالداخل، وتكون خلايا الأدمة الخارجية . والمعیة هنا تشكلت بنمطين من الحركات المؤدية للتشكل : نمط الإنخماص أو بالأحرى الالتفاف، ونمط الإحاطة الخارجية.

الآن ما الذي حصل بالداخل؟ ماهي المظاهر الداخلية؟

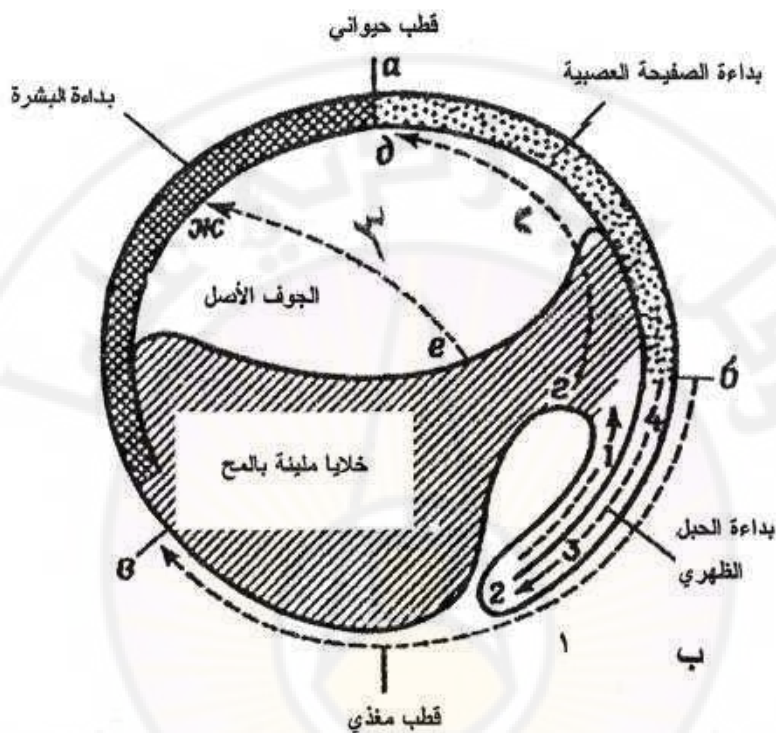
تُخصّص خلايا الجانب الظهري للجنين عبر الشفة الظهرية للمنفذ الأصل وهي خلايا بداءة الصفيحة أمام الحبل الظهري Prechordal Plate.

وتمتد إلى الداخل على شكل عروة هي المعى الابتدائي، وبالتالي المنطقة التي تأتي بعدها وتزاح لتحتل مكانها ومن ثم تتخصص هي منطقة بداءة الحبل الظهري notochord . أيضاً تنزلق عبر الشفة الظهرية للمنفذ الأصل إلى الداخل، وبذلك تتوسع عروة المعى الابتدائي، وتشكل جوفاً يمتد على حساب الجوف الأصل، الذي يتلاشى تدريجياً وتحتل خلايا الأدمة الوسطى الحبلية، سقف المعى

الابتدائي وتشكل خلايا الأدمة الداخلية أرض المعى الابتدائي، ويغلف المجموع خلايا الأدمة الخارجية التي أحاطت بالجنين من الناحية الخارجية. وتشكل بداءة الصفيحة العصبية، وبداءة البشرة الجلدية (الشكل 42) .

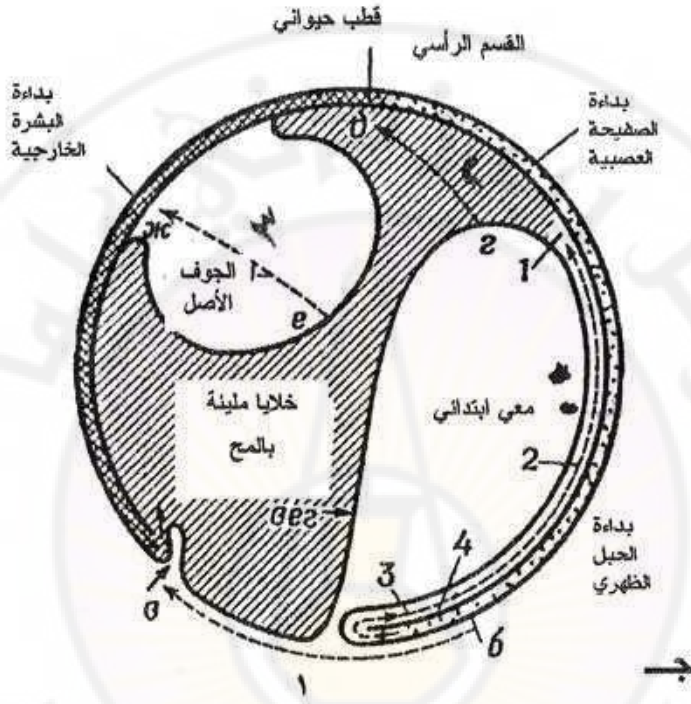


الشكل (42) تمثيل مقاطع سهمية ، تبين مراحل تشكل المعيدة لدى الضفدع وتبين بوضوح حركة الخلايا ، بداءات الأدمات ، وتغير مواقعها خلال تشكل المعيدة ، والتي تحدث بنمطين ، الإختصاص أو الالتفاف ، والإحاطة الخارجية.
 آ - مقطع عبر الجوف الأصيل للبرمائيات في مرحلة المعيدة المبكرة جداً ، مجموعة الخلايا مشار إليها بأحرف (Б - Ж) لأجل مراقبة مصيرها من خلال حركتها أثناء تشكل المعيدة والمشار إليها بأسهم حيث أن δ تنتقل إلى B أنظر السهم (1) و 2 تهاجر إلى θ انظر السهم (٢) و e تقترب من Ж انظر السهم (٣). الأقسام فوق الشفة الظهرية للمنفذ الأصيل (2) مشار إليها بأرقام من 1 إلى 4 ورقم 1 قد أصبحت تحت الشفة الظهرية للمنفذ الأصيل.



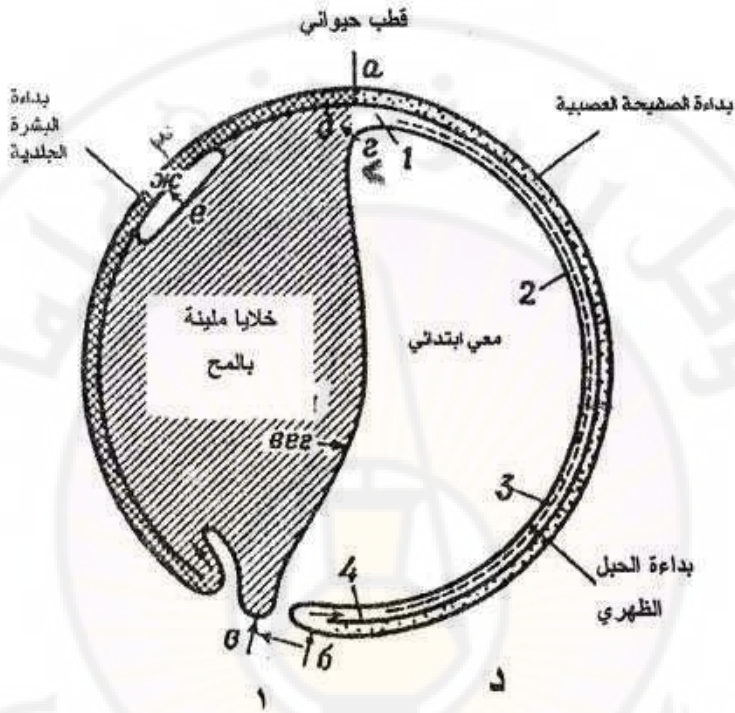
تابع الشكل (42)

ب- مرحلة متقدمة أكثر من المعيدة ، القسم رقم 1 أصبحت الآن بالداخل وشكل سقف المعي الابتدائي ، δ تقترب أكثر من B (حسب السهم ١) ، شفة المنفذ الأصيل والمتمثلة برقم 2 تتحرك باتجاه القطب المغذي و ϵ تهاجر إلى ∂ (حسب السهم ٢) وعندئذ ϵ تقترب من $\mathcal{K}$ (حسب السهم ٣) .



تابع الشكل (42)

جـ- مرحلة معيدة متأخرة ، يكبر المعى الابتدائي على حساب الجوف الأصيل الذي يصغر وينزاح تدريجياً . تنتشر شفاه المنفذ الأصيل باتجاه القطب الحيواني، أقسام 1 و 2 و 3 أصبحت بالداخل وتشكل سقف المعى الابتدائي ، عندئذ القسم 4 تتوضع حالياً على السطح الخارجي بالقرب من القسم B مشكلة شفة بطنية للمنفذ الأصيل.



تابع الشكل (42)

د- يبلغ المعى الابتدائي حجماً واسعاً جداً ، يصغر الجوف الأصيل بشكل حاد ويتراجع ، وتصبح الخلايا المليئة بالملح بالداخل ، وتغطيها من الأعلى خلايا الأدمة الخارجية ما عدا قسماً صغيراً تمثل السداة المحية . لاحظ أسهم الخلايا ١ و ٢ و ٣ كيف أن أطوالها قد أصبحت صغيرة نتيجة تقارب الخلايا المعنية إلى بعضها البعض من خلال حركتها أثناء المعيدة.

تتحرك الخلايا التي تشكل بداءة الأدمة الوسطى إلى الداخل عبر الشفتين الجانبيتين، والشفة البطنية للمنفذ الأصل، وتسكن سقف المعي الابتدائي. بينما يندفع القسم الأعظم من بداءة الأدمة الداخلية إلى الداخل عبر الشفة الظهرية للمنفذ الأصل ومن قسمها البطني. وينخصص القسم الآخر من بداءة الأدمة الداخلية والتي تحتل قمة القطب المغذي، إلى الداخل من خلال الشفتين الجانبيتين، والشفة البطنية للمنفذ الأصل. وتعد الشفة الظهرية نشيطة لأنها أهم مجرى فعال لدخول الخلايا إلى الداخل.

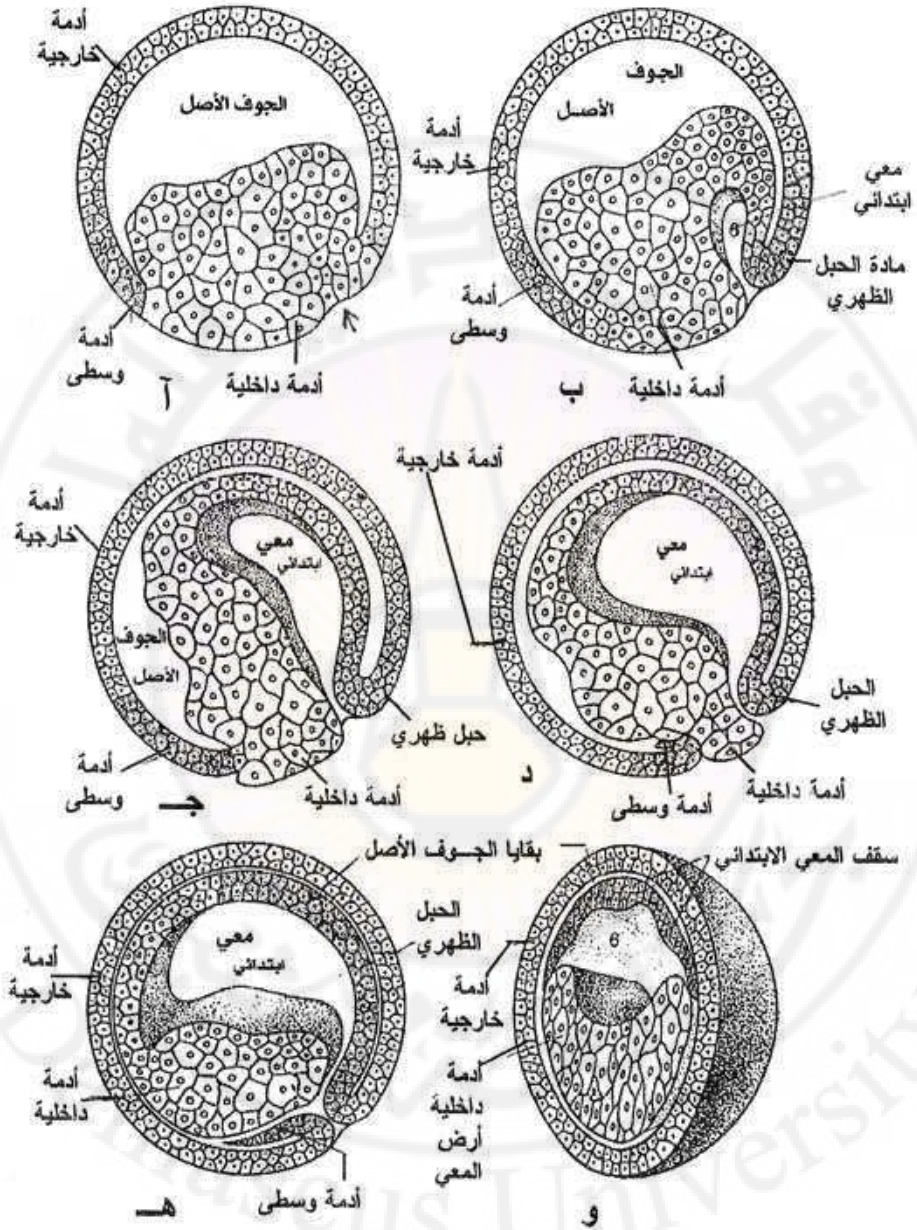
بالنهاية يكون المعي الابتدائي على شكل جوف واسع محاط من جميع جهاته بخلايا منمخصة. (الشكل: 43).
ومع تقدم مرحلة المعيدة، يأخذ الجنين بالاستطالة تدريجياً، وتتشكل البداءات الأولية للأعضاء.

تشكل البداءات الأولية للأعضاء (مشتقات الأدمات)

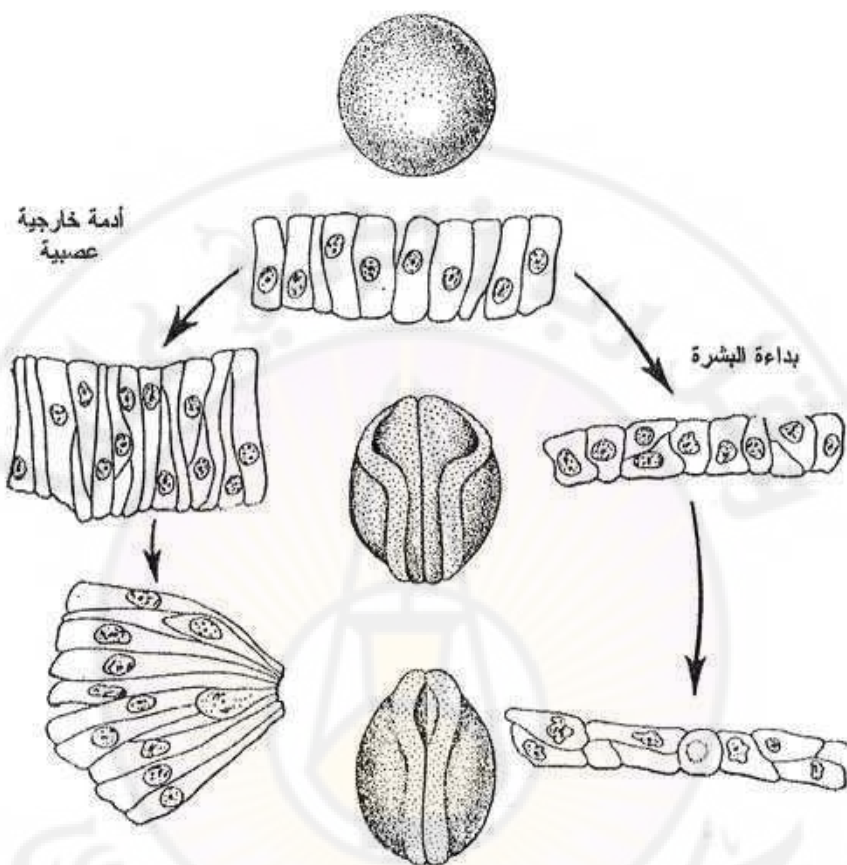
آ- مشتقات الأدمة الخارجية

كما ذكرنا، تغلف خلايا الأدمة الخارجية سطح الجنين بأكمله، تتضمن خلايا بداءة الجملة العصبية، بالإضافة إلى بداءة البشرة الجلدية، ولابد في هذه المرحلة أن تتشكل الجملة العصبية، وتتوضع بالداخل تحت خلايا البشرة الخارجية .
المراحل التي تؤدي إلى تشكل الأنبوب العصبي تدعى مرحلة تشكل العصبية Neurulation.

نلاحظ عند انغلاق المنفذ الأصل، أن خلايا بداءة الجملة العصبية المتوضعة في الجانب الظهرية يصيبها تكثف، ويتغير شكل الخلايا، وتصبح موشورية الشكل، وبالتالي تتخذ، ويصيبها انخفاض، نتيجة اختلاف أشكالها عن أشكال الخلايا المجاورة لها والتي تكون من النمط الحرشي أو الرصفي (الشكل: 44).



أ- بداية المعيدة. ب- بداية تشكل المعي الابتدائي. ج- و د- ازدياد سعة المعي الابتدائي على حساب الجوف الأصيل وتشكل سدادة محيية هـ- المعيدة كاملة والتغلق المنفذ الأصيل واستقرار الأمعات في أماكنها.
الشكل (43) تمثيل لمقاطع سهمية (من أ - هـ) ومقطع عرضي (و) يبين التكوين الجنيني المبكر للصفدع



الشكل (44) تمثيل يبين أشكال خلايا الأدمة الخارجية

وتغيرها خلال مرحلة العصبية

لاحظ خلايا الصفيحة العصبية تصبح موشورية الشكل ،

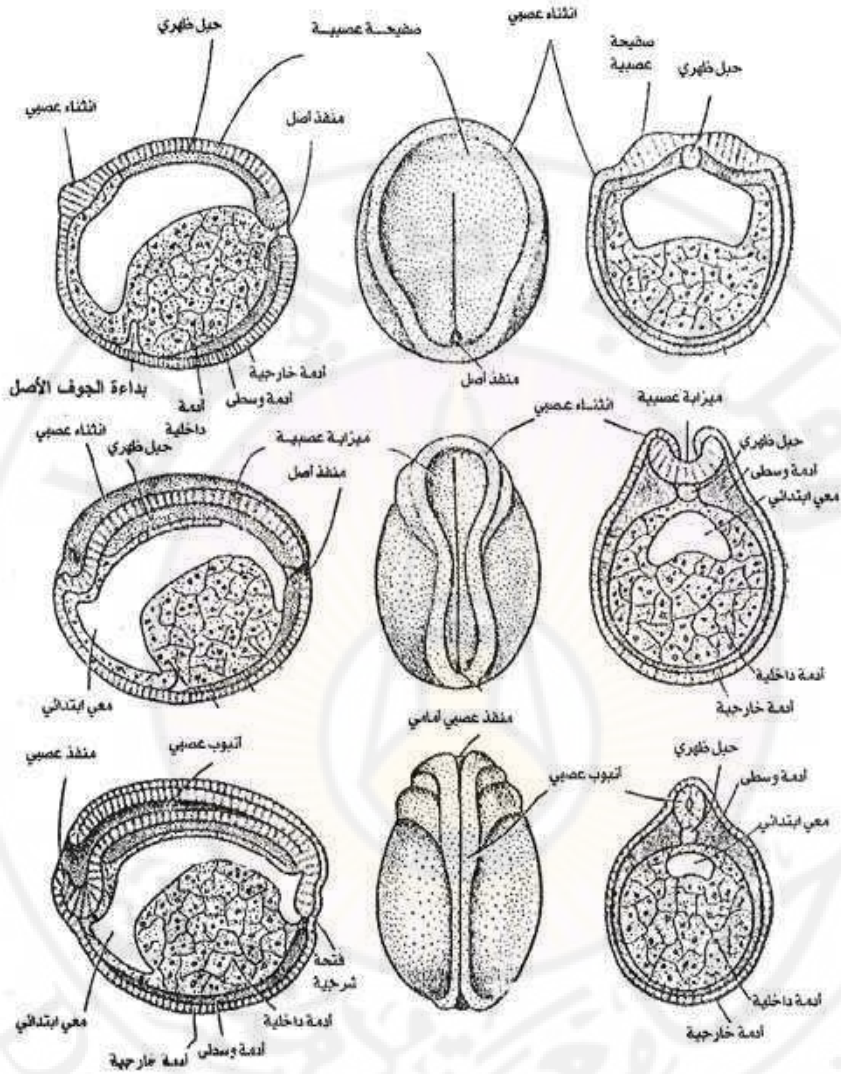
يزداد طولها على حساب عرضها ثم يصيها تقلص في أقسامها الأمامية

هذه المنطقة تدعى بالصفيحة العصبية **Neural plate** (الشكل: 45- أ) .

يزداد تقعر الصفيحة العصبية، وحافتها تشكل انثنائين عصبين **Neural folds**

وتصبح على شكل ميزابة ، تدعى بالميزابة العصبية **neural groove** .

(الشكل : 45- ب) .



أ - مرحلة الصفحة العصبية

ب - مرحلة الميزابطة العصبية

ج - مرحلة الأنبوب العصبي. على اليمين ، مقاطع عرضية ،
في الوسط ، شكل عام خارجي ، على اليسار ، مقاطع سهمية .

الشكل (45) مراحل تشكّل العصبية لدى جنين الضفدع

يزداد ارتفاع الانثنائين العصبيين، والميزابة العصبية تزداد انخفاضاً طويلاً عميقاً على طول الجنين . كل انثناء عصبي يقارب شيئاً فشيئاً مع مثيله في الطرف الآخر، إلى أن يلتحما في منطقة بداءة الدماغ التالي، ثم يمتد الالتحام على طول النهاية الأمامية - الخلفية للجنين، وتتحول الميزابة العصبية عندئذ إلى الأنبوب العصبي Neural Tube (الشكل: 45 - ج).

وبالنتيجة تزحف خلايا البشرة، بطريقة الإحاطة الخارجية لتغطي الأنبوب العصبي الذي أصبح واقعاً تحته. الجدير بالذكر أن تشكل الأنبوب العصبي يتم تحريضاً من قبل خلايا الحبل الظهري الواقعة تحته مباشرة.

خلال التحام الانثنائين العصبيين تأتي خلايا مشتقة من الأدمة الخارجية، هي بالأصل موجودة على امتداد حافتي الانثنائين العصبيين تدعى بخلايا العرف العصبي Neural Crest (الشكل: 46) وتتوضع بشكل غير منتظم ما بين البشرة الجلدية والأنبوب العصبي، ثم تنتظم على جانبي الأنبوب العصبي كمجموعتين خلويتين .

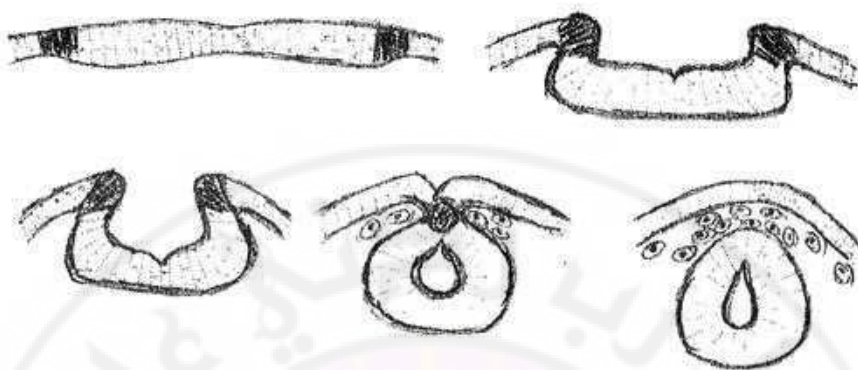
خلايا العرف العصبي لها أهمية في عمليات التنامي الجنيني.

من مشتقات العرف العصبي نذكر: العقد الشوكية، العقد الودية، السحايا، أعصاب حسية، الخلايا حاملة الصبغة عدا الخلايا الصباغية، لشبكية العين، لب غدة الكظر، خلايا شوان .

يستطيل الجنين مع انتهاء مرحلة العصبية، وتمتد الاستطالة إلى ما وراء المنفذ الأصيل وتشكل ذيل الجنين ويطلق على تلك المرحلة باسم البرعم الذيلي Tailbud .

نأتي الآن إلى مشتقات الأنبوب العصبي.

يتضيق الأنبوب العصبي في مناطق ويؤدي إلى تشكل أقسام الدماغ الثلاثة:



الشكل (46) تمثيل يوضح تشكل العرف العصبي خلال مرحلة العصبية

1- دماغ أمامي Prosencephalon، ويعطي الدماغ النهائي Telencephalon،
والدماغ البيني Diencephalon أو السريري.

2- دماغ متوسط Mesencephalon الذي لا ينقسم .

3- دماغ خلفي Rhombencephalon أو معيني، ويعطي الدماغ التالي
Metencephalon، والدماغ النخاعي Myelencephalon.

وما يتبقى من الأنبوب العصبي يشكل فيما بعد النخاع الشوكي.

ويكون الدماغ النهائي نصف الكرتين المخيتين .

ويكون الدماغ البيني الحويصلتين البصريتين، والفص الخلفي من الغدة
النخامية، والغدة الصنوبرية .

أما الدماغ المتوسط فإن لا ينقسم وإنما يكون مراكز التنفس البصرية،
ويعطي الحذبات التوأمية.

الدماغ التالي، يكون المخيخ والبنى الملحقة به.

يكون الدماغ النخاعي، البصلة السيسائية، وحويصلات السمع.

ويمكن بشكل عام، العودة إلى مخطط مشتقات الأدمات الثلاث في هنية الفصل الخامس، ولا ننسى بأن من مشتقات الأدمة الخارجية الجلد ومشتقاته، وميناء السن وإلى ما هنالك حسب ما ذكر في المخطط العام .

ب- مشتقات الأدمة الوسطى

تتميز خلايا الأدمة الوسطى الحبلية التي تحتل سقف المعى الابتدائي، إلى قسمين ؛ هما الحبل الظهري، والأدمة الوسطى.

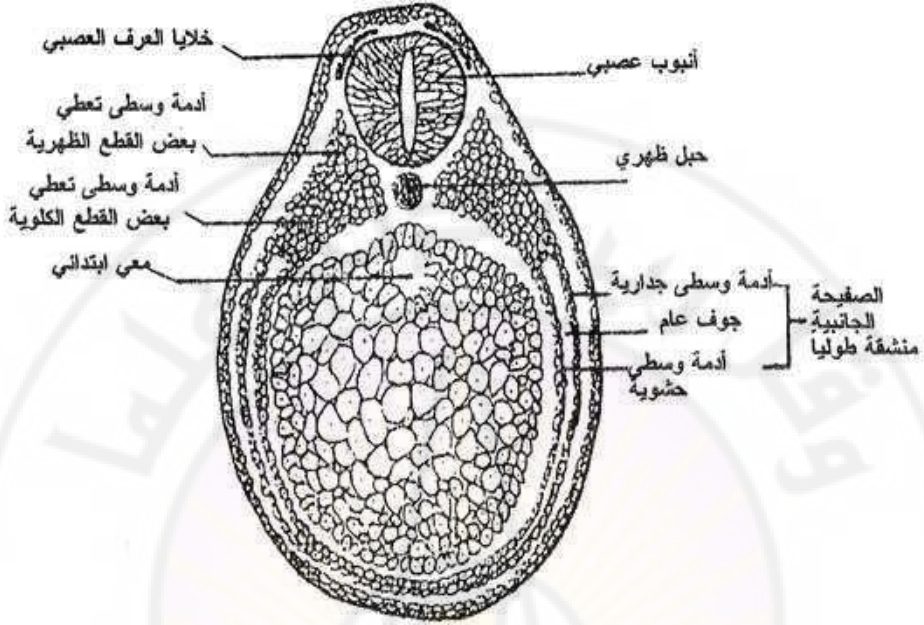
الحبل الظهري *Notochord*

وتتوضع بشكل حبل متكثف في الجانب الظهري للجنين، وتأخذ وضعاً موازياً للجملة العصبية، التي تتشكل بتحريض منه، وهي بنية مؤقتة تزول عندما تتشكل فقرات العمود الفقري ويشكل الحبل الظهري مع الجملة العصبية، المحور الأصلي للجنين.

الأدمة الوسطى

وتتوضع على شكل شريطين خلويين، يكون تكثفهما أعظماً على جانبي الحبل الظهري، وترقان، وتصبحان أقل كثافة وهما متجهتان بعيداً عن الحبل الظهري لتتوضعا في المنطقة الجانبية البطنية للجنين وتدعيان بالصفحتين الجانبيتين (الشكل : 47).

تقطع الأدمة الوسطى التي تتوضع على جانبي الحبل الظهري، إلى قطع مكعبة الشكل، تسمى القطع الظهرية *Somites* . كل قطعة ظهرية تحافظ على اتصالها من ناحيتها البطنية الجانبية مع الصفحة الجانبية من ناحيتها الظهرية، ومنطقة الاتصال تشكل قطعة كلوية *Nephrotome* . وبذلك تكون عدد القطع الظهرية مساوية لعدد القطع الكلوية في المنطقة الجذعية هذه القطع الكلوية تشكل فيما بعد الجهاز الإطراحي.



الشكل (47) تكون الطبقتين الجدارية والحشوية في مرحلة الأنبوب العصبي

بينما تتمايز كل قطعة ظهرية إلى:

أ- قطعة أدمية **Dermatom** وتعطي فيما بعد أدمة الجلد الظهرية الواقعة تحت البشرة بما فيها الأنسجة الضامة.

ب- قطعة عضلية **Myotome** وتعطي العضلات في المنطقة الظهرية، وتشكل مع القطع العضلية الأخرى عضلات الجذع والأطراف.

ج- قطعة صلبة **Sclerotome** تتمايز إلى غضاريف حول الحبل الظهري وتشكل فقرات العمود الفقري وتكسب الحيوان صفة الفقاري.

أما بالنسبة للصفحتين الجانبيتين، فلا يصيبهما أي تقطع، بل يصيبهما انشقاق طولي. حيث إن كل صفحة جانبية **Lateral Plate**، تعاني انشقاقاً طولياً،

وتكوّن طبقتين خلويتين يفصل بينهما، فراغ هو الجوف العام Coelome، الذي يتسع فيما بعد، ويشمل منطقتي الصدر والبطن ويكون الجوف العام للجسم. أما الطبقتان الخلويتان هما :

آ- الطبقة الخارجية: وتدعى بالأدمة الوسطى الجدارية Somatic Mesoderm، والتي تنطبق على الأدمة الخارجية لتشكل الطبقة الجدارية Parietal Layer أو Somatopleur.

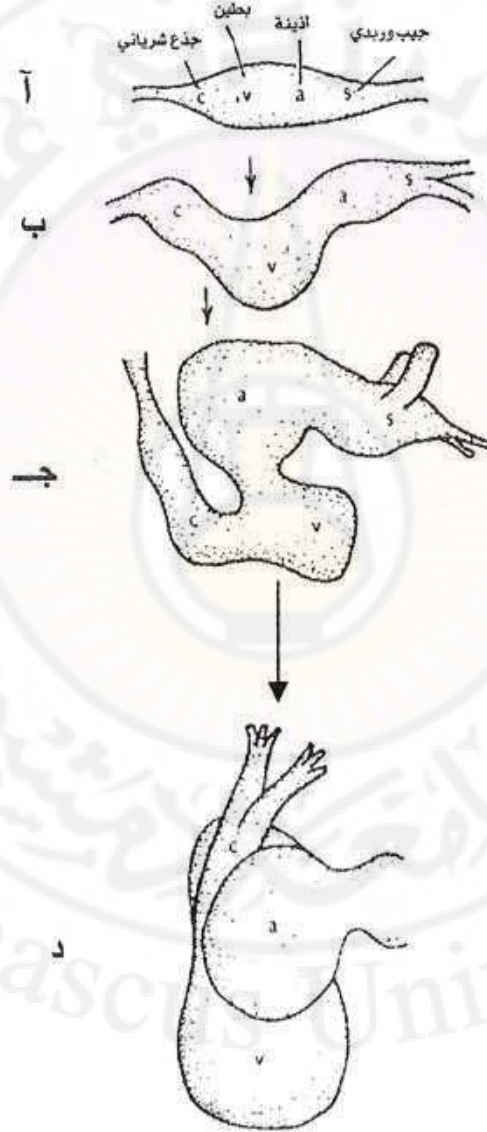
ب- الطبقة الداخلية: وتدعى بالأدمة الوسطى الحشوية Splanchnic Mesoderm، والتي تنطبق على الأدمة الداخلية لتشكل الطبقة الحشوية Visceral Layer أو Splanchnopleur (الشكل: 47).

تشكل القلب :

يشتق القلب من الأدمة الوسطى الحشوية، ففي أسفل البلعوم، وأسفل الشقوق الحشوية، يحدث ابتعاد الطبقة الحشوية، عن الطبقة الجدارية، وبنفس الوقت، يحدث تقارب خلايا الأدمة الوسطى الحشوية من كلا الجانبين، وتهاجر منهما، خلايا تتوضع ما بينهما وأسفل البلعوم (أدمة داخلية) وتشكل بداءة القلب الداخلي endocardium (الشفاف)، ثم تخصص خلايا الوسطى الحشوية باتجاه الأسفل، لتلتقي وتلامس خلايا الأدمة الوسطى الجدارية، منطقة التلاقي والالتصاق، تدعى بالمتوسطة القلبية البطنية Ventral mesocardium، وتتجمع خلايا بداءة القلب الداخلي على شكل أنبوبة تتوضع تحت أسفل البلعوم، بين خلايا الأدمة الداخلية وخلايا الأدمة الوسطى الحشوية الملتحمة من كلا الجانبين والتي تدعى الآن بالعضلة القلبية الخارجية Epimyocardium ثم ترتفع خلايا الأدمة الوسطى الحشوية نحو الأعلى، لتلتقي وتلامس خلايا الأدمة الداخلية، منطقة الالتحام تدعى بالمتوسطة القلبية الظهرية dorsal mesocardium.

وبذلك تصبح أنبوبة القلب الداخلي، داخل العضلة القلبية الخارجية (عضلة القلب)، يحيط بها جوف عام حول القلب (الشكل : 48).

ثم تنتهي هذه الأنبوية على شكل حرف S (الشكل: 49)، لتعطي جيباً وريدياً وأذينة، وكذلك البطين والبصلة الشريانية والجذع الشرياني .
يبدأ القلب بالعمل عندما يكون طول الجنين 6 مم.



الشكل (49) مراحل انثناء القلب لدى جنين الضفدع

من مشتقات الأدمة الوسطى:

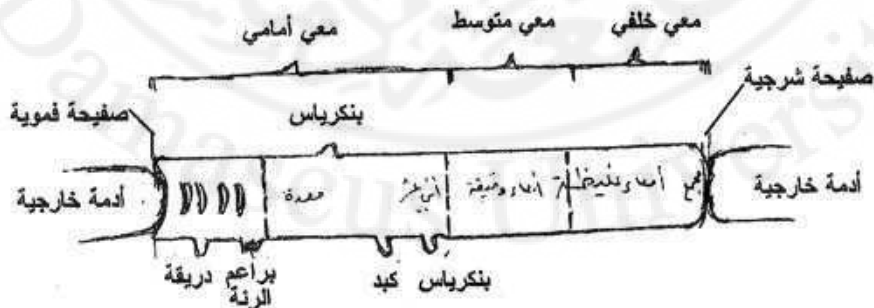
الكلى والغدد التناسلية وتشقّق بالتحديد من الأدمة الوسطى الواقعة بين القطعة الظهرية والصفحة الجانبية وقد أتينا على ذكرها.

بينما الخلايا الجنسية الأولية، تنشأ في الأدمة الداخلية ؛ التي تقع أسفل الجوف الأصل، ويبدو أنها تهاجر إلى منطقة الغدد التناسلية . وهناك من يعتقد بأن الأعراس تتشكل بدءاً من الخلايا الجنسية الأولية، وآخرون يعتقدون بأنها تتشكل من الغدد التناسلية بتحريض من الخلايا الجنسية الأولية.

تشقّق من الأدمة الوسطى الجدارية، براعم الأطراف وأدمة الجلد الجانبية والبطنية بينما تشقّق من الأدمة الوسطى الحشوية، العضلات الملساء (كعضلات الأمعاء)، وخلايا الدم الجنينية، وجهاز الدوران . راجع المخطط العام لمشتقات الأدمات في نهاية الفصل الخامس.

ج - مشتقات الأدمة الداخلية

بعد أن تنفصل الأدمة الوسطى الحبلية، والتي كانت تحلّ سقف المعى الابتدائي، فإن خلايا الأدمة الداخلية تحل محلها، ويصبح المعى الابتدائي بذلك محاطاً من كل الجهات بخلايا الأدمة الداخلية، ثم يتطور المعى الابتدائي وينقسم إلى ثلاث مناطق: المعى الأمامي، والمعى الخلفي، وما بينهما المعى المتوسط (الشكل : 50):



الشكل (50) مخطط تمثيلي لتمايز المعى الابتدائي إلى ثلاثة

أ - المعى الأمامي **Foregut**: ويكون أكثر اتساعاً ؛ ويشكل الجزء الأمامي منه البلعوم، والجزء الأوسط المعدة، بينما لجزء الخلفي بشكل الأثني عشر.

ب - المعى المتوسط **Midgut**: ويكون أكثر ضيقاً، ويشكل الأمعاء الدقيقة، وجزءاً بسيطاً من الأمعاء الغليظة.

ج - المعى الخلفي **Hindgut**: ويشكل بقية الأمعاء الغليظة والمجمع.

والجدير بالذكر، أنه يوجد في الجسم ثلاث مناطق لا تصلها الأدمة الوسطى، حيث إن خلايا الأدمة الداخلية تتلقى مباشرة بخلايا الأدمة الخارجية دون توسط خلايا الأدمة الوسطى.

في أقصى الأمام تتلاقى خلايا الأدمة الداخلية مع خلايا الأدمة الخارجية، ومنطقة التلاقي تشكل الصفيحة الفموية.

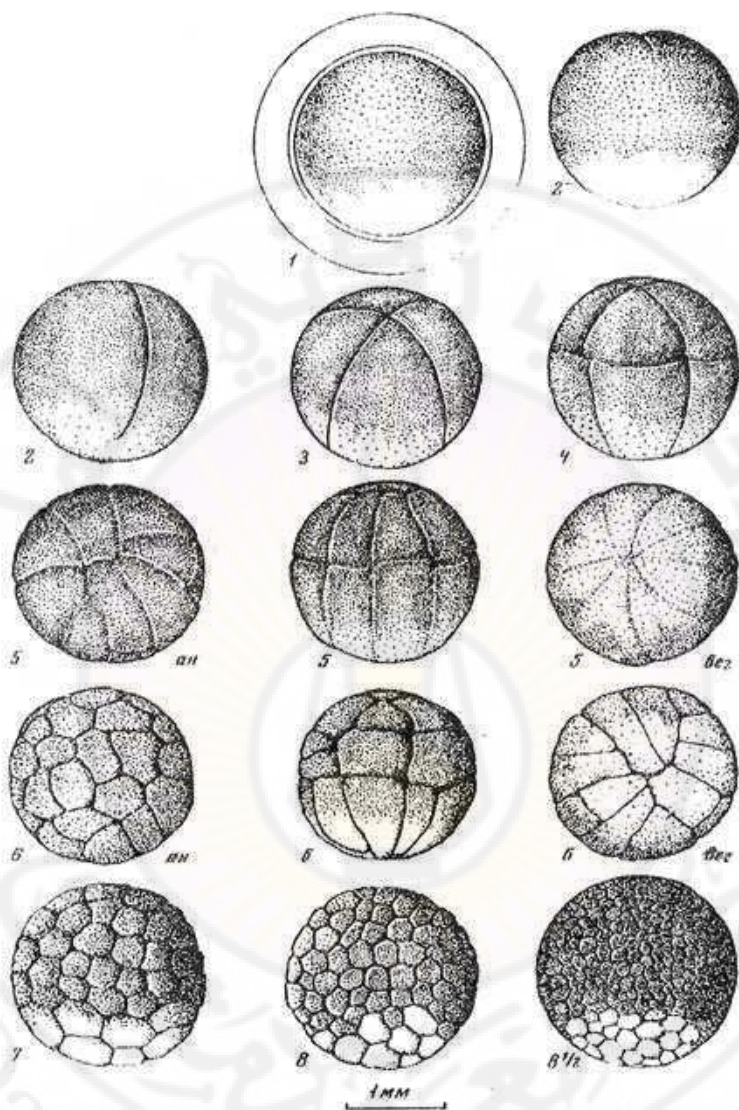
وعلى العكس أقصى الخلف، منطقة التلاقي تشكل الصفيحة الشرجية.

وفي منطقة البلعوم تتشكل ردوب جانبية التي تمتد لتتلقى خلايا الأدمة الخارجية، وعندئذ تدعى بالجيوب البلعومية، كما تعاني منطقة الالتحام أي الالتحام الجيوب البلعومية مع الأدمة الخارجية، تمزقاً لتشكل الشقوق البلعومية أو الخيشومية .

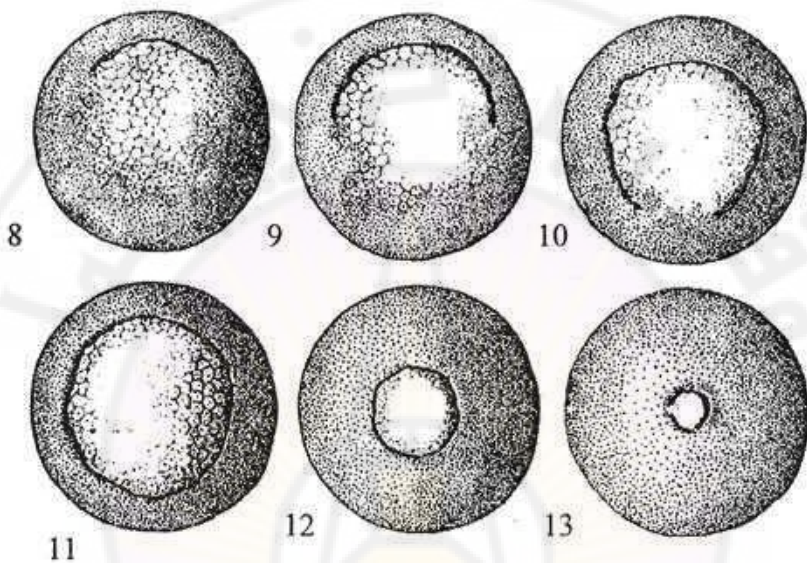
كما أن براعم الرئة هي مشتقة من الجدار البطني للبلعوم، كذلك الغدة الدرقية هي بالأصل ردب من الجدار البطني للبلعوم.

أما أنبوبة البلعوم فتكوّن المري، وتؤدي إلى المعدة والأثني عشر، كما تنشأ ردوب جانبية للمعى الأمامي وتشكل غدداً كالبنكرياس والكبد.

نورد فيمايلي أشكالا تبين مراحل تكوّن الضفدع عديم الذنب بدءاً من البيضة الملقحة (الشكل :51).



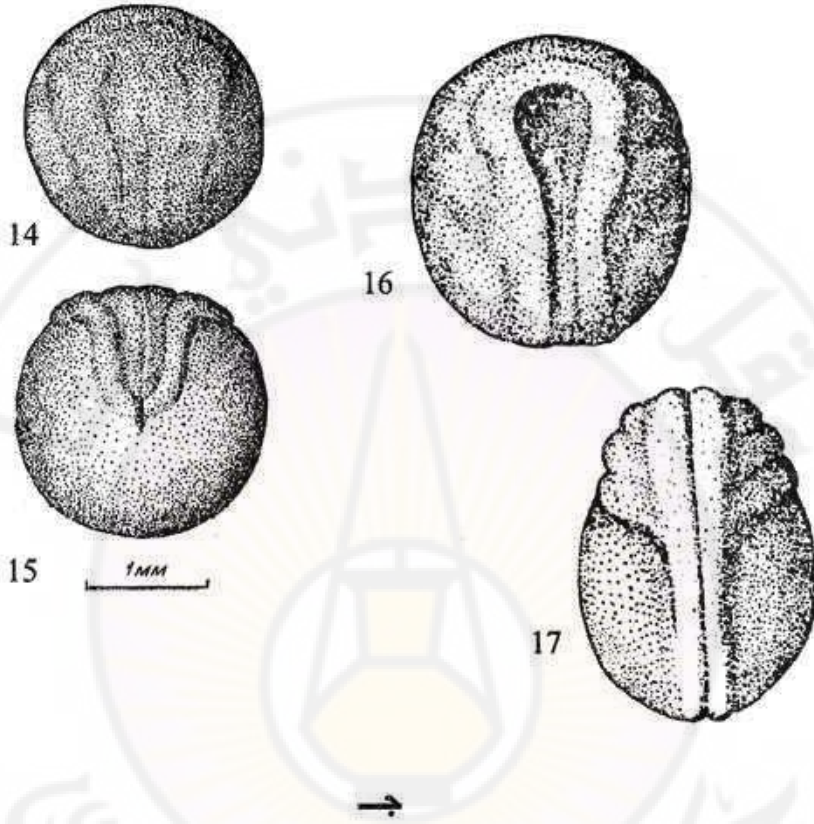
الشكل ٥١ - مراحل تكوّن الضفدع *Rana temporaria* من بدء البيضة الملقحة
 مروراً بالتقسم وتشكل الأصيلة ومرحلة المعيدة وتشكل العصبية ومن ثم المرحلة
 اليرقانية وتشكل الشرغوف وانتهاءً بالتحول الشكلي المؤدي إلى ضفدع كامل عديم الذنب
 آ - مرحلة التقسم : 1- بيضة ملقحة، 2 - بداية التقسم، 2- مرحلة الخليتين الأصيليتين
 3- مرحلة 4 خلايا أصل، 4- مرحلة 8 خلايا أصل، 5- مرحلة 16 خلية أصل،
 6- مرحلة 32 خلية أصل، 7- مرحلة 64 خلية أصل .



ب

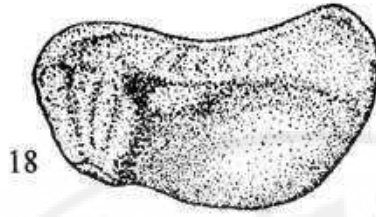
ب - مرحلة المعيدة (منظر من القطب المغذي)

- 8 و 9 - الشفة الظهرية للمنفذ الأصل .
- 10 - الشفتين الجانبيتين للمنفذ الأصل .
- 11 - الشفة البطنية للمنفذ الأصل وتحقق الشكل الدائري .
- 12 - السدادة المحيطة .
- 13 - نهاية تشكل المعيدة .

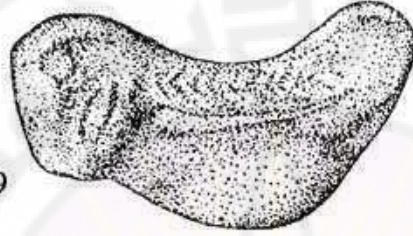


مرحلة العصبية (منظر من الجانب الظهرى)

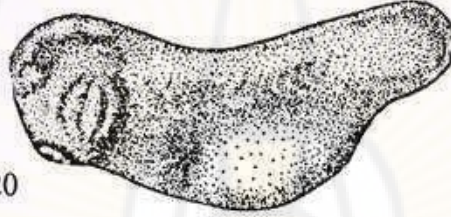
- 14- تشكل الصفيحة العصبية وبداية تشكل الانتشاءان العصبيان .
- 15- مرحلة الميزابة العصبية .
- 16- ازدياد ارتفاع الانتشاءان العصبيان وزيادة اقترابها من بعضهما البعض .
- 17- التحام الانتشاءان العصبيان على طول الجنين .



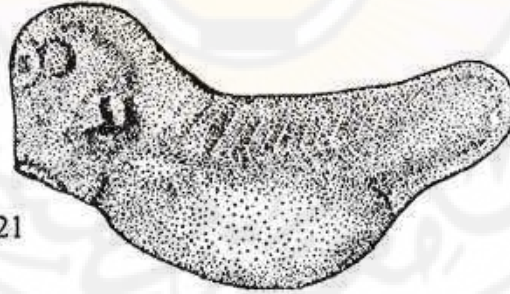
18



19



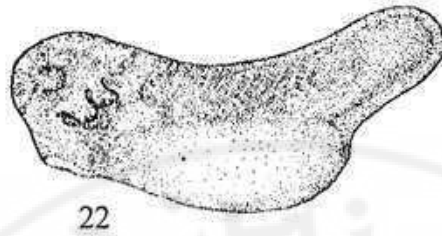
20



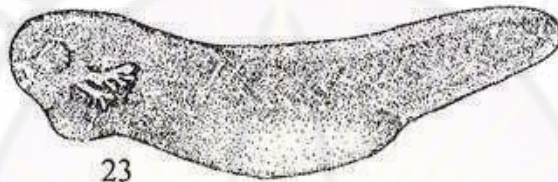
21

مرحلة البرعم الذيلي (منظر جانبي)

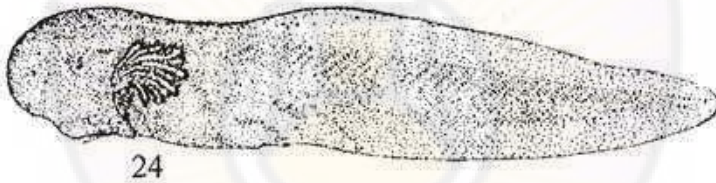
- 18- بداية تشكّل البرعم الذيلي .
- 19 و 20 - ازدياد طول البرعم الذيلي .
- 21- بداية خروجها من الغشاء (النقّف) .



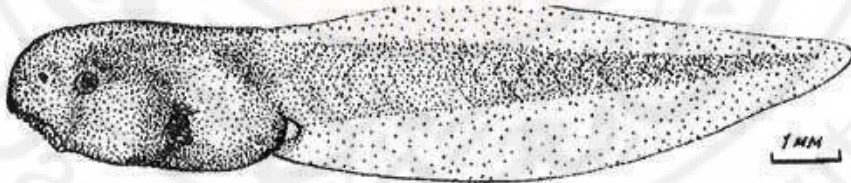
22



23



24



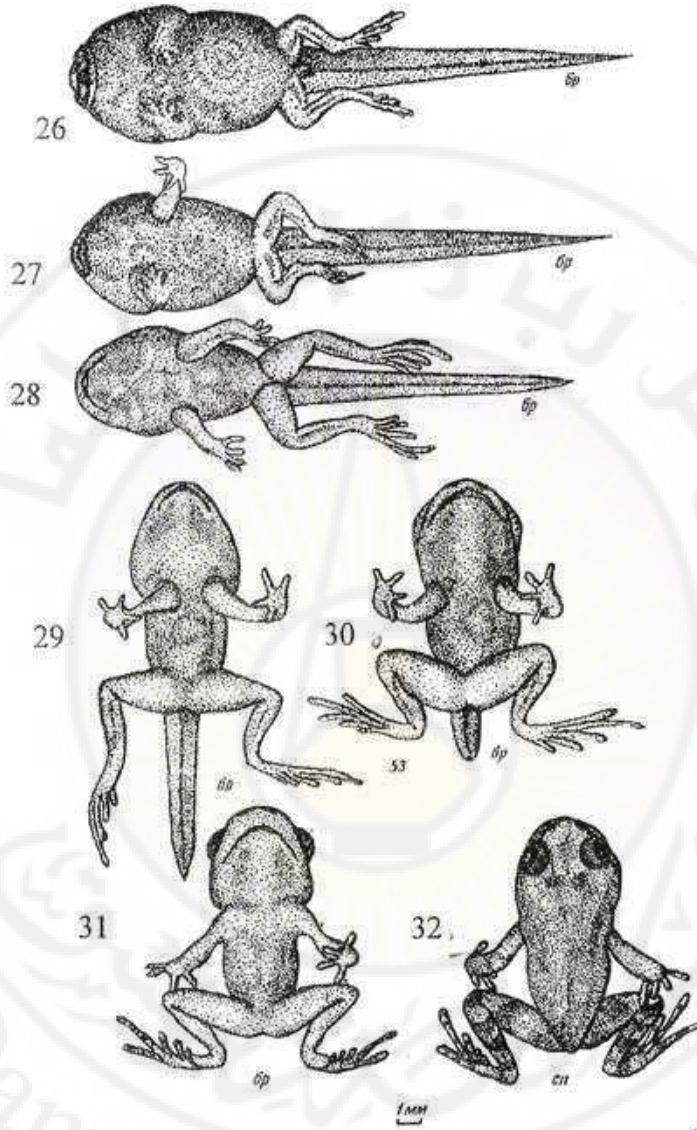
25

1mm

المرحلة اليرقانية (منظر جانبي)

22- بداية تشكل الغلاصم الخارجية ، 23- تشكل الغلاصم الخارجية .

24- تشكل غطاء الغلاصم ، 25- الشرغوف.



و

التحول الشكلي وإعطاء الضفدع عديم الذنب (منظر بطني)
 26 و 27 و 28- ظهور الطرفان الأماميان واستطالة الطرفان الخلفيان ،
 29 و 30- تراجع الذيل تدريجياً، 31 و 32- نهاية التحول الشكلي
 وإعطاء ضفدع كامل عديم الذنب.

الفصل الثامن

التنامي الجنيني لدى الطيور

- التقسم وتشكل الأضيلة .
- تشكل المعيدة .
- تشكل البدئات الأولية للأعضاء (مشتقات الأدمات) .
- مشتقات الأدمة الخارجية.
- مشتقات الأدمة الوسطى .
- مشتقات الأدمة الداخلية .

يختلف التنامي الجنيني لدى الطيور، عما ذكرناه لحد ما فيما يتعلق بالتنامي الجنيني لدى الضفادع، وذلك لأن بيئة المعيشة تختلف، وتكيف الطيور مع بيئتها أدى إلى ذلك الاختلاف، بالإضافة إلى أن البيضة لديها مح غزير جداً، وأجنحتها تحاط بمحقات جنينية تلائم ظروف الحياة البرية. ولذلك تصنف ضمن السلويات مثل الزواحف أيضاً.

يتم الإلقاح ومرحلة التقسم داخل جسم الأنثى، ثم يتابع الجنين نموه خارج جسم الأنثى، ضمن شروط تناسب فترة الحضانة التي تمتد (21) يوماً بالنسبة للدجاج.

مثالنا هو دراسة التنامي الجنيني لدى الدجاج. تمتلك أنثى الدجاج مبيضاً واحداً فعالاً ونشطاً وهو المبيض الأيسر، الذي ينتج الخلايا التناسلية الأنثوية، بالإضافة إلى الهرمونات الجنسية. وتسهم القناة الناقلة للبيوض اليسرى، في نقل البيضة الملقحة نحو الخارج، وإنتاج بقية عناصر البيضة المكونة لها.

يحدث الإلقاح خلال 15/د من الإباضة، ويتحقق حدوثه قبل تكس الألبومين (الآح)، الذي ينتجه القسم العلوي من القناة. وبعد دخول النطفة، يحصل الانقسام المنصف الثاني، وتشكل الكرية القطنية الثانية، وتشكل نواة الإلقاح من اندماج النواتين البدئيتين الذكرية والأنثوية. وعلى الرغم من دخول عدة نطاف في البيضة. وتعرف هذه الحالة بتعدد النطاف الفيزيولوجي. والجدير بالذكر إن تحديد الجنس لدى الطيور يتم قبل الإباضة، وليس بعد الإلقاح كما في الثدييات.

يتم الانقسام الأول، بعد 3-5 ساعة من الإلقاح، وتكون البيضة في منطقة البرزخ. يتم الانقسام الثاني والبيضة تحاط بأغشية القشرة من قبل القسم السفلي من القناة، وعندما تصل البيضة إلى مرحلة تقسمها إلى 16 خلية، تكون في المنطقة

الأخيرة من القناة التي تفرز القشرة الكلسية، ثم تحدث إنقسامات متعددة في الرحم، وتطرح الأنثى الجنين، وهو في مرحلة المعيدة، لينم الحضان وفق الشروط المناسبة. تتألف البيضة من الأقسام التالية:

1 - **المح الأصفر Yolk**: ويشكل معظم كتلة البيضة، ويدفع بالنواة والسيتوبلازما الفعالة إلى أعلى القطب الحيواني، ليشكلا ما يعرف بالقرص الأصل أو القرص المنشئ Germinal disc، نرى في مركز كتلة المح الأصفر، ورقاً ويدعى اللاتبير، له عنق هو عنق اللاتبير وأعلاه مباشرة يتوضع القرص الأصل، ويحاط المجموع بالغشاء المحي بعد الغشاء السيتوبلازمي. والمح غني بالبروتينات الدهنية، ويُعد المصدر الأساسي في تغذية الجنين خلال تكوّنه.

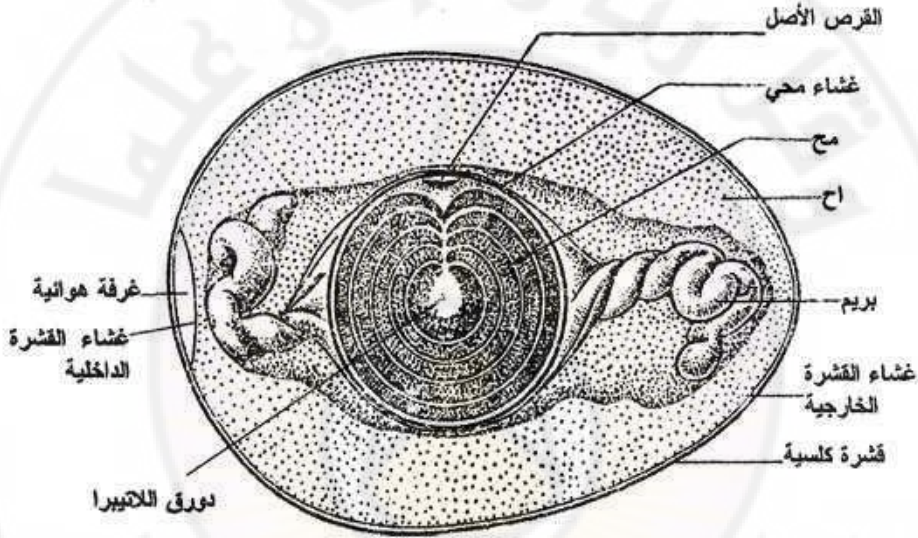
2 - **الألبومين Albumen** أو الآح وبشكل 60% من كتلة البيضة، يتكوّن من بروتين وماء. خلال دوران البيضة في القناة، يتمّ تشكل البريمان، على جانبي كتلة المح الأصفر المركزية، وهما التفافان من الآح، يفيدان في تثبيت البيضة خلال دورانها، وهذا الالتفاف خاص بالطيور. وله دور أساسي في توفير الوسط المائي للزوج للتنامي الجنيني، ولكي لا يجف الجنين خلال تناميّه.

3 - **أغشية القشرة Shell membranes**: والتي تتألف من غشاء القشرة الداخلي وهو رقيق، وغشاء القشرة الخارجي وهو أشد سماكة وينفصل الغشاءان عند الطرف العريض للبيضة، وتكوّن الغرفة الهوائية (لا توجد الغرفة الهوائية في الزواحف).

4 - **القشرة الكلسية Shell Testa**: وهي سميكة نسبياً لدى الببوض كبيرة الحجم، ورقيقة لدى الببوض الصغيرة كببوض طائر الطنان. يدخل في تركيب القشرة الكلسية مواد صلبة، وعلى رأسها كربونات الكالسيوم، بالإضافة إلى جزء يسير من البروتينات والماء.

5 - البشرة Cuticle : وهي طبقة رقيقة جداً سماكتها تقريباً 10 ميكرو ميتر وتتكوّن من 90% من الببتيدات، وقليل من السكاكر كالأكتوز. هذه البشرة لها دور في تقليل فقدان الماء من البيضة.

بقي أن نذكر أن القشرة الكلسية لها مسامات للتبادل الغازي (الشكل: 52).



الشكل (52) مقطع طولي يوضح بنية بيضة الدجاج

التقسم

نعلم أن نمط التقسم لدى الطيور، هو جزئي قرصي، لغزارة المح التي تعيق اختراق خط الانقسام فيها، وبالتالي تتم الانقسامات في منطقة القرص الأصل، الذي يحتوي على نواة وسيتوبلازما فعالة، والجنين يتكون من مركز هذا القرص بالتحديد.

وتكون الانقسامات التي تحدث على سطح القرص، على شكل شقوق سطحية تتوضع فوق كتلة المح.

يتم الانقسام الأول وفق مستوى نصف نهاري، يظهر كتلم أو شق في وسط القرص بعد مرور 4-5 ساعة من الإلقاح، وتعطي خليتين غير كاملتين، ونرى أن القرص أصبح مقسوماً إلى نصفين متماثلين.

وبعد 20 / دقيقة من حدوث الانقسام الأول، يحدث الانقسام الثاني، ويكون عمودياً على الأول، ليقسم القرص إلى أربعة أقسام متساوية، وبذلك يعطي أربع خلايا أصل غير كاملة لكونها متصلة مع المح.

ويأتي الانقسام الثالث على شكل شقين عموديين على شق الانقسام الثاني، وموازياً لشق الانقسام الأول ويشكل ثماني خلايا أصل غير كاملة أيضاً.

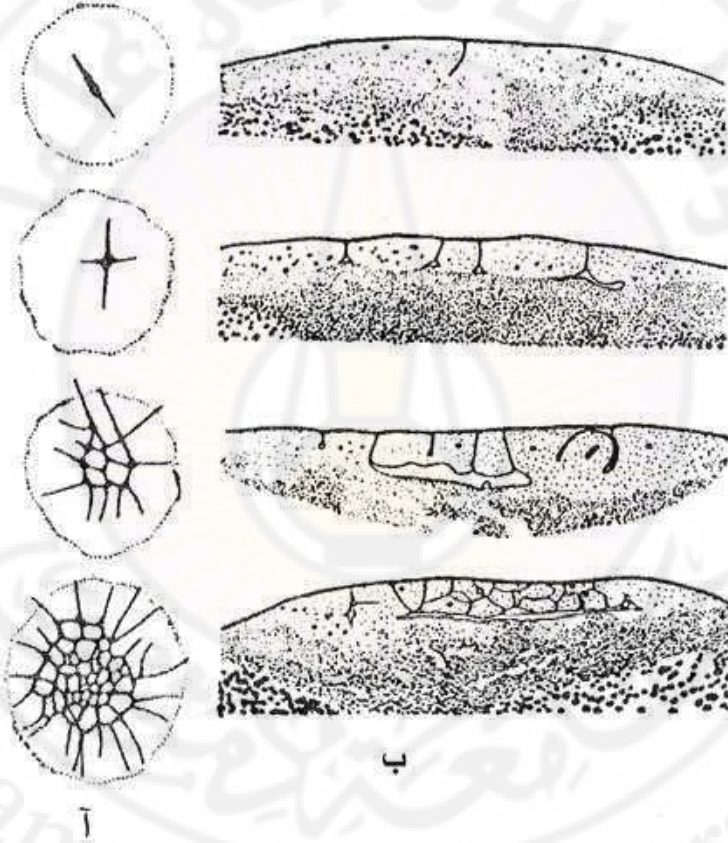
يكون الانقسام الرابع مميزاً على شكل دائرة، تؤدي إلى تشكل 16 خلية. قسم من هذه الخلايا ذات أغشية خلوية كاملة تحدد حدودها، وتؤلف الخلايا الأصل المركزية، وقسم آخر من تلك الخلايا غير كاملة الحدود، وتؤلف الخلايا المحيطية التي تكون على تماس مع المح.

بعد ذلك تتوالى الانقسامات وتكون غير منتظمة، ومماسية لتشكل طبقتين أو أكثر، وتفصل الخلايا الأصل المركزية عن الخلايا الأصل المحيطية المتصلة بالمح.

بعد ذلك تبدأ الخلايا، التي تكون على تماس مع المح، بإفراز أنزيمات تحطم حبيبات المح الموجودة تحتها مباشرة. نتيجة لذلك يتشكل جوف يفصلها عن كتلة المح، يدعى بالجوف الأصل الأولي Primary blastocoele، وتدعى المرحلة بالأصيلة الأولية Primary blastula (الشكل: 53) يختلف هذا الجوف عن الجوف الأصل الذي رأيناه في جنين الضفادع، بأن أسفل هذا الجوف، يكون المح محدداً لأرض الجوف عند جنين الدجاج، بينما نجد عند جنين الضفادع وجود كتلة من الخلايا المفعمة بالمح.

تدعى منطقة الخلايا المركزية البعيدة عن المح، لوجود الجوف الأصل الأولي تحتها، بالباحة الشفيفة airea pellucida. وتدعى منطقة الخلايا المحيطية

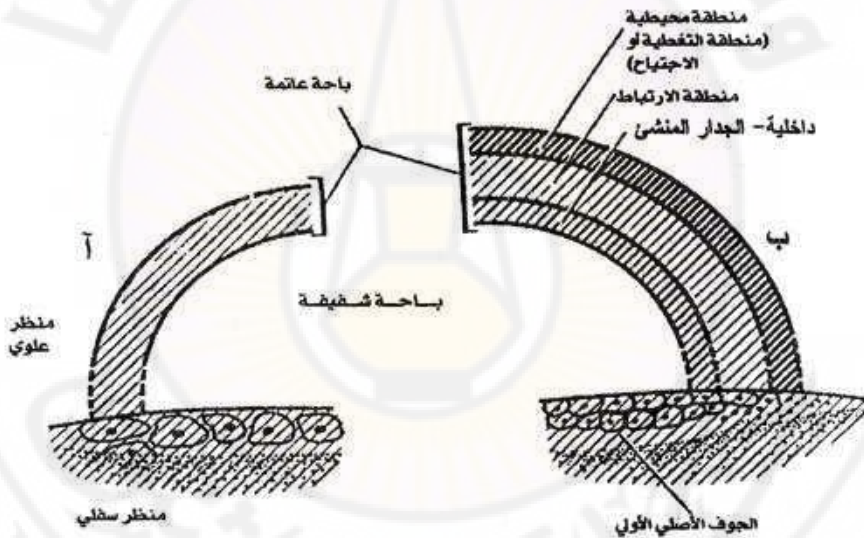
المتصلة بالبح بالباحة العائمة *airea opaca*. وإن طبقة الخلايا السفلية للباحة العائمة تكون على اتصال وثيق بالبح، هذه الخلايا تكبر في حجمها وتمتلئ بحبيبات المح، يتشكل الجنين من القسم المركزي للباحة الشفيفة من القرص الأصل، أما خلايا الباحة العائمة وكذلك القسم المحيطي من الباحة الشفيفة فإنها تشكل المناطق خارج جنينية.



- آ- منظر علوي من القطب الحيواني ، يبين منطقة التقسم .
 ب- مقاطع سهمية تبين تقسم القرص الأصل ، وبداية تشكل شق صغير هو جوف الأصل الأولي.

الشكل (53) التقسم الجزئي القرصي لدى الدجاج

- نميز في منطقة الباحة العاتمة ثلاث مناطق من المحيط باتجاه المركز:
- أ - منطقة محيطية: خلاياها تنقسم بسرعة، ترفد المنطقة المركزية من الخلايا دون أن تلتصق بالمح.
- ب - منطقة الارتباط: خلاياها مرتبطة بالمح، وتشكل مقترناً خلويّاً وقسم من خلاياها تشكل المنطقة التالية.
- ج - منطقة داخلية (الجدار المنشئ): خلاياها ذات حدود واضحة، وتفصل بين الباحثين (الشكل: 54).



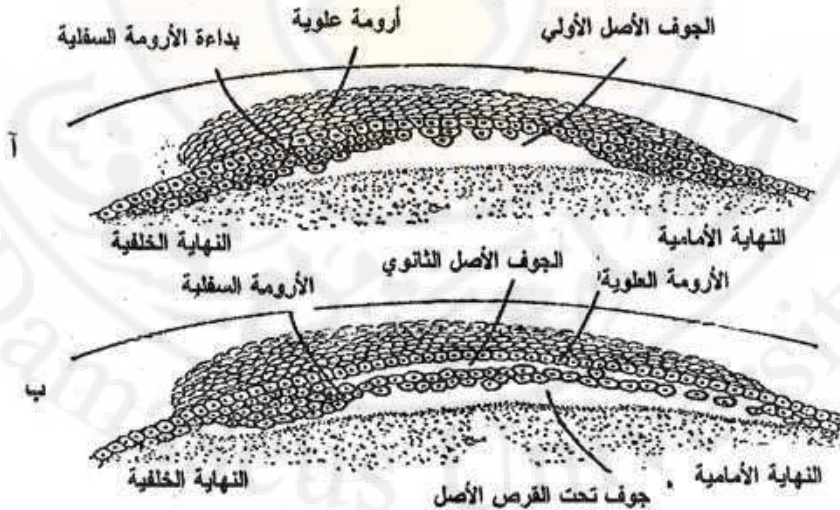
- أ - مرحلة مبكرة من التقسم .
- ب - مرحلة متقدمة من التقسم .
- المنظر العلوي يبين حدود الباحثين الشفيفة والقائمة
- المنظر السفلي يبين مقاطع تظهر التغيرات الداخلية
- والتي ترافق التغيرات الظاهرة بالأعلى.

الشكل (54) مخطط يوضح العلاقة ما بين الباحة الشفيفة والباحة القائمة

من خلال ما ذكرنا لتشكل الأصبلة الأولى، وجدنا أنها تتألف من خلايا الأدمة الأصل وجوف يتوضع تحته مح. لا تستطيع تلك الأصبلة أن تدخل المرحلة التالية، وهي مرحلة تشكل المعيدة، إلا بوجود خلايا أصل علوية وسفلية، ولذلك تلجأ الخلايا التي تشكل حواف الباحة الشفيفة الخلفية، إلى الهجرة للداخل، وتدعمها خلايا الجدار المنشئ، وتسبح بشكل غير منتظم في الجوف الأصل الأولي، وبازدياد عددها، (بطريقة التصفيح Delemunation) ، فإنها تنتظم وتقسم هذا الجوف إلى جوفين، أحدهما علوي ويدعى بالجوف الأصل الثانوي Secondary blastocoel، والآخر سفلي، يدعى بالجوف تحت القرص الأصل Subgerminal cavity.

تلك الخلايا التي قسمت الجوف إلى اثنين تدعى بالأرومة السفلية hypoblast، وتشكل طبقة رقيقة، خلاياها من النمط الرصفي.

وبالتالي تدعى الخلايا المشكلة للطبقة السطحية بالأرومة العلوية epiblast، وتلك الأرومتان تكون خلايا القرص الأصل وتدعى تلك المرحلة بالأصبلة الثانوية Secondary blastula (الشكل: 55).



الشكل (55) التقسم وتشكل الجوف الأصل الأولي (أ)

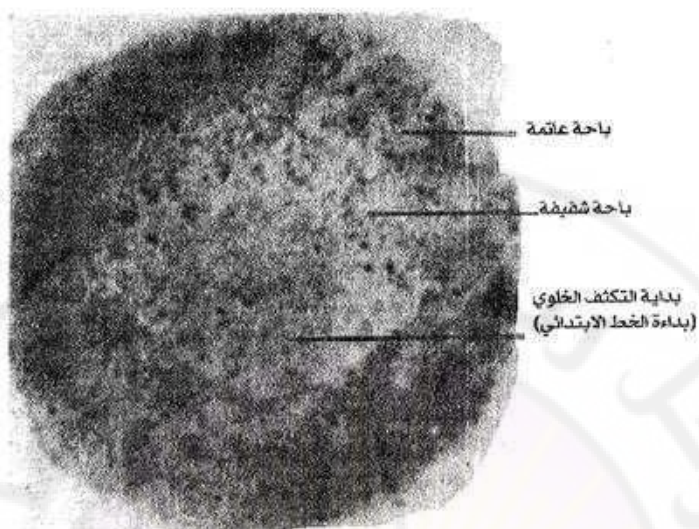
والتحضير للدخول في مرحلة المعيدة وتشكل الأرومتين العلوية والسفلية

والجوف الأصل الثاني ، والجوف تحت القرص الأصل (ب)

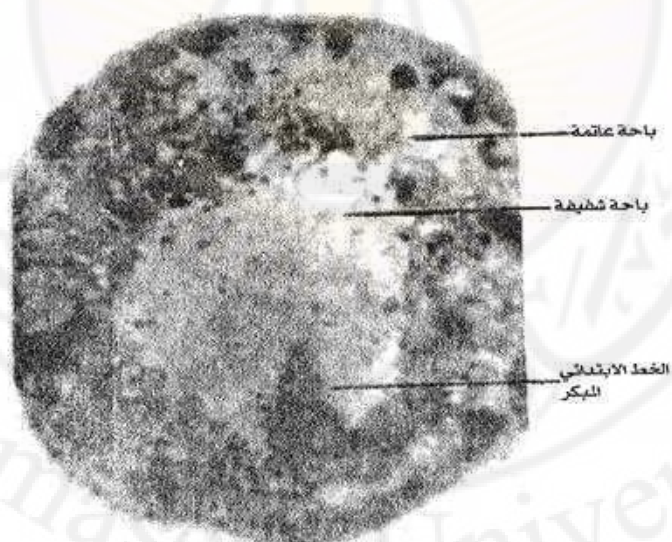
وعند انتهاء تلك المرحلة، تضع الأنثى بيضها في الوسط الخارجي، وتقوم بحضنها لتوفر الحرارة المناسبة 37° ، 38° م، أو توضع ضمن حاضنات خاصة توفر الشروط نفسها.

تشكل المعيدة

تمتد مرحلة المعيدة عبر فترة طويلة لدى الطيور، وتنتهي في اليوم الثاني بعد الحضن، ونمط تشكل المعيدة لدى الطيور هو الهجرة، وهجرة الخلايا تكون إفرادية، وأيسر جماعية، لعدم وجود رابطة قوية تربط بين خلاياها، ولا يحدث هنا انخماص كالذي رأيناه لدى جنين الضفادع، وذلك لتوضع القرص الأصل فوق كتلة المح، وبالتالي لا يتشكل هنا معي ابتدائي، إنما بنية خاصة تدعى بالخط الابتدائي. بدايةً، يظهر تكثف خلوي في وسط الحافة الخلفية من الباحة الشفيفة، ناتج عن حركة خلايا الأرومة العلوية للأدمة الأصل، وتوضعها في تلك المنطقة. تشكل هذه الكتلة الخلوية بداية تكون الخط الابتدائي، وذلك بعد حوالي أربع ساعات من بدء الحضن، وتدعى بالخط الابتدائي المبكر **early primitive streak** وتكون حدوده غير واضحة المعالم (الشكل: 56-1)، بعد ذلك يزداد هذا التكثف، ويستطيل باتجاه الأمام، وتتضح معالمه، وهذا هو الخط الابتدائي القصير **short primitive streak** (الشكل 56-2) ونتيجة استمرار هجرة الخلايا إلى المنطقة الواقعة أمام الخط الابتدائي القصير، يؤدي إلى استطالته أكثر فأكثر وتضييقه أكثر فأكثر، وبدعى عندئذ بالخط الابتدائي المتوسط **medium primitive streak** (الشكل: 56-3) وتتحول الباحة الشفيفة من الشكل الدائري إلى الشكل الأجاصي، نتيجة الهجرة الخلوية إلى الناحية الخلفية، وإلى الأسفل من الباحة الشفيفة، وبالتالي يستطيل أيضاً النصف الخلفي للخط الابتدائي، ويصبح في النهاية هذا الخط كشرط خلوي ضيق يصل إلى 5/3 الباحة الشفيفة وهذا هو الخط الابتدائي النهائي **definitive primitive streak** (الشكل: 56-4).

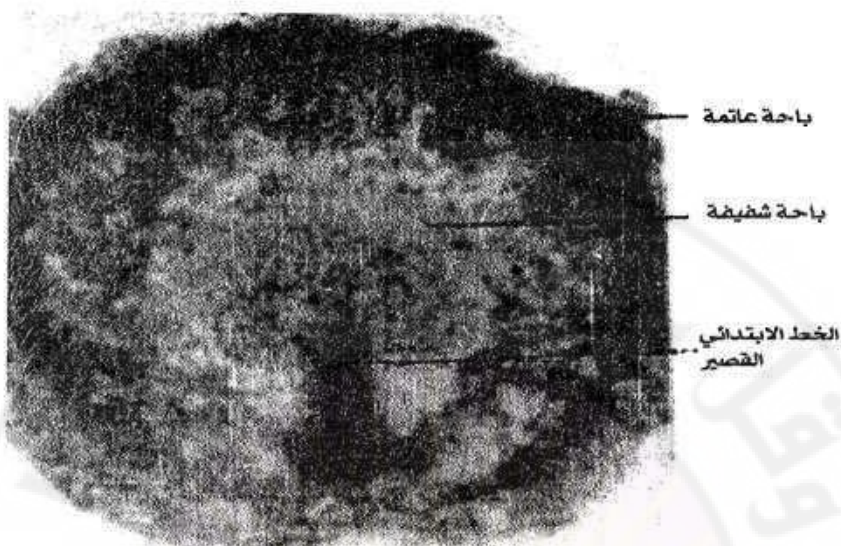


الساعة صفر من بدء الحضان

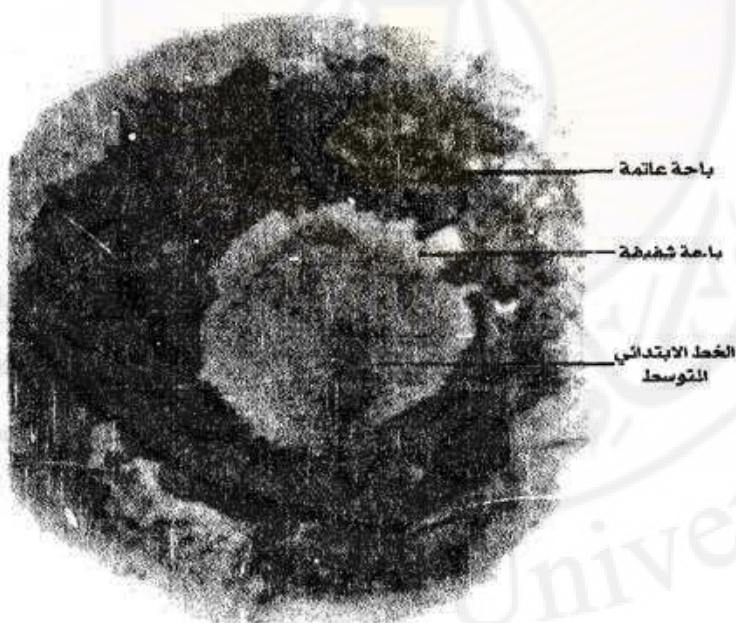


المرحلة رقم (1) الخط الابتدائي المبكر ، 4-5 ساعة من بدء الحضان

الشكل (56) مراحل تشكل الخط الابتدائي (محضرات كاملة)

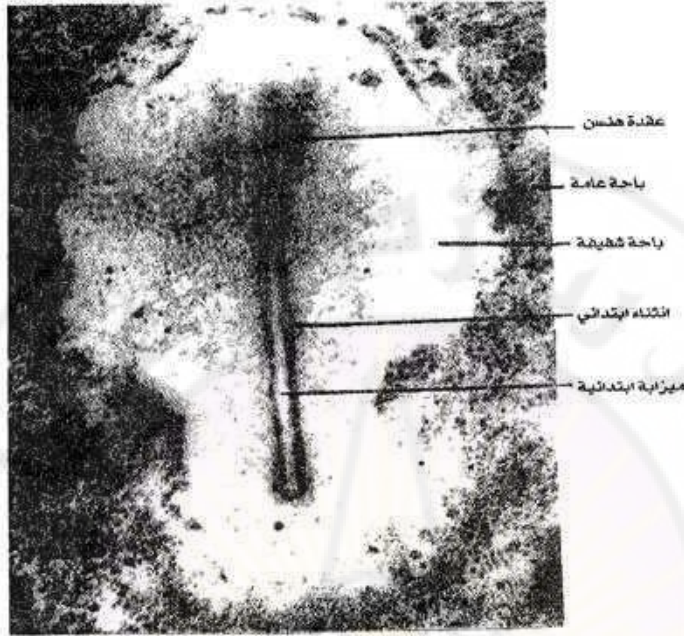


المرحلة رقم (2) الخط الابتدائي القصير ، 10 - 12 ساعة من بدء الحضان



المرحلة رقم (3) الخط الابتدائي المتوسط ، 13 - 15 ساعة من بدء الحضان

تابع الشكل (56)



المرحلة رقم (4) الخط الابتدائي النهائي ، 16-18 ساعة من بدء الحضن

تابع الشكل (56)

ويوافق محور الخط الابتدائي تقريباً مع اتجاه المحور الأمامي الخلفي المستقبلي للجنين.

تتشكل في قمة الخط الابتدائي كتلة خلوية كثيفة تدعى بعقدة هensen. مركزها يكون مجوفاً على هيئة قمع. يظهر أخدوداً طولياً في وسط الخط الابتدائي، يدعى بالميزابطة الابتدائية primitive groove، والانثناءان المحددان لها هما الانثناءان الابتدائيان، وذلك في حوالي الساعة 16-18 من بدء الحضن، وتدعى هذه المرحلة بالمرحلة الرابعة، حيث قُسمُ تنامي الجنين خلال حضنه إلى 45 مرحلة ولكل مرحلة مواصفاتها البنيوية.

إن دراسة الحركات التي تحدث في مرحلة المعيدة لدى الطيور هي مثير جدل. وهذه الحركات تجري بدقة شديدة.

يوضح (الشكل : 57) منشأ القسم الخلفي من الباحة الشفيفة وثخانتة أو كثافته.

تبدأ حركة خلوية معقدة، في مركز النمو هذا، وترتبط مع تشكل الأرومة السفلية، تهاجر الخلايا شعاعياً من ذلك المركز، وتُشكل في النهاية طبقة سميكة من الأرومة السفلية. وخلال المراحل المبكرة من التنامي الجنيني، فإن خلايا الأرومة السفلية تنتقل من المركز إلى محيط الباحة الشفيفة.

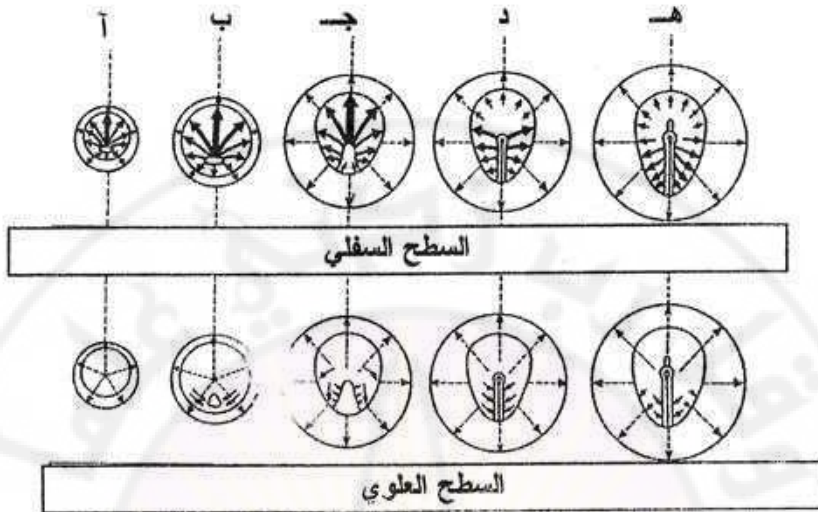
تتحرك أغلب الخلايا إلى الأمام، وقسم قليل منها تهاجر في الاتجاهات الجانبية وإلى الخلف، وإن الخلايا التي لا تدخل في تركيب الباحة العائمة، تصل إليها عن طريق حركتها إلى الخلف من جهة أو عبر محيط الباحة الشفيفة، وتشكل منطقة جدار منشئ، وهي منطقة حدودية تقع ما بين الباحثين، لخلاياها إمكانات نمو عالية، وهي أكبر من بقية منطقة القرص الأصل، وتتميز بسرعة تقسم فائقة.

بعد تشكل الخط الابتدائي فإن اتجاه الحركات تتغير، وتتوافق مع تراجع الخط الابتدائي نحو الخلف.

الخط الابتدائي يماثل المنفذ الأصل لدى معيدة الضفدع، وإن منطقة عقدة هنسن تماثل الشفة الظهرية.

الجهة اليمنى واليسرى لمنتصف الخط الابتدائي، تماثل الشفتين الجانبيتين للمنفذ الأصل، والقسم الخلفي من الخط الابتدائي يماثل الشفة البطنية للمنفذ الأصل.

بعد أن يتشكل الخط الابتدائي بشكله النهائي، يبدأ بالتراجع تدريجياً، ليسمح لبدئات الأولوية للأعضاء بالتوضع في أماكنها. وأولى تلك البدئات هي تشكل لاستطالة الرأسية head proceas، أو طليعة الحبل الظهري، وعلى ما يبدو تحدث هذه الاستطالة ضغطاً مناسباً، يؤدي إلى تراجع الخط الابتدائي (الشكل: 58).



الشكل (57) مخطط يوضح الخطوط الأساسية لحركة الخلايا المؤدية للتشكل وتبين حركة الطبقة السفلية وعلاقتها بحركة الطبقة العلوية من الأدمة الأصل بالترابط مع نمو الأدمة الأصل بمجملها. الحركة التشكلية أو الحركة المؤدية للتشكل ، مشار إليها بالأسهم التخيفية وتوسع الأدمة الأصل المتعلقة بنموها مشار إليها بالأسهم المنقطة.

- أ - بيضة قبل حضنها
- ب - بداية تشكل الخط الابتدائي
- ج - الخط الابتدائي المتوسط
- د - الخط الابتدائي النهائي
- هـ - الاستطالة الرأسية المبكرة



الشكل (58) مرحلة رقم 5 - مرحلة الاستطالة الرأسية
20-21 ساعة من بدء الحضن (محضر كامل)

وتعطي خلايا الأرومة العلوية التي هاجرت إلى الداخل، الأدمة الوسطى وما تبقى منها على السطح تشكل الأدمة الخارجية. بينما الأدمة الداخلية، التي تشكلت معظم خلاياها من الأرومة العاوية، والتي هاجرت من السطح إلى الداخل، لتصل الأرومة السفلية، تتوضع في الخط المتوسط البطني لتشكل فيما بعد جدران أنبوب الهضم.

بينما قسم من خلايا الأرومة السفلية، تعطي فيما بعد قناة الهضم، والقسم الآخر من الأرومة السفلية تعطي الأدمة الداخلية المشكلة للكيس المحي.

الخلايا التي هاجرت، واستقرت في عقدة هنسن هي بداءة الحبل الظهرى، بعد ذلك تهاجر هذه الخلايا تدريجياً عبر هذه المنطقة من الخط الابتدائي في الاتجاهين الأمامي والسفلي وتشكل الاستطالة الظهرية.

أيضاً عبر المنطقة الأمامية من الخط الابتدائي، تهاجر الخلايا التي ستشكل معظم القطع الظهرية، حيث أن المنطقة التي تأتي بعد عقدة هنسن مباشرة، تحتوي

على بدء القطع الظهرية، وتنتقل إلى الداخل عبر هذا القسم، ومن ثم تهاجر إلى الأمام والجانبين لتشكل شريطين خلويين تتوضعان على جانبي الحبل الظهري، وإن جزءاً من الأدمة الداخلية أيضاً تكون متوضعة في الجزء الخلفي من الخط الابتدائي، وتتوضع بدءاً الصفيحة الجانبية للأدمة الوسطى في الجزء الخلفي من الخط الابتدائي، ومن هنا نفهم لماذا تماثل عقدة هنسن والمنطقة الأمامية من الخط الابتدائي لدى الطيور، الشفة الظهرية من المنفذ الأصل لدى الضفادع. والمنطقة الخلفية من الخط الابتدائي، تماثل الشفة الجانبية والبطنية من المنفذ الأصل.

ومع نهاية تشكل المعيدة، يصبح الخط الابتدائي على شكل كتلة خلوية، يتحول قسم كبير منها إلى برعم ذلي، والجزء الباقي يشكل جزءاً من بنية المقذرة. إذاً نعود إلى تراجع الخط الابتدائي، ويعزى السبب في ذلك إلى انتقال الخلايا التي تشكل الحبل الظهري والأدمة الوسطى ومشتقاتها إلى داخل الجنين، بالإضافة إلى نقص عدد الخلايا المهاجرة التي كانت ترفده.

وخلال تراجع عقدة هنسن تتفصل خلايا الأدمة الوسطى عن خلايا الأدمة الخارجية. بعد تراجع الخط الابتدائي تتشكل منطقة خلوية على شكل شريط تشغل المنطقة الأمامية من الخط الابتدائي هي الاستطالة الرأسية أو طليعة الحبل الظهري، وهي ذات خلايا متراسة إلى بعضها البعض وذلك في المرحلة رقم 5 : 20 - 21/ساعة من بدء الحضان (الشكل:58) ويزداد طول هذا الشريط الخلوي مع تراجع عقدة هنسن، كذلك تستمر هجرة الخلايا، التي ستشكل القطع الظهرية والصفيحة الجانبية نحو الخلف. إن قصر طول الخط الابتدائي مرتبط بتشكل مشتقات الأدمة الوسطى.

وتوجد في مقدمة الباحة الشفيفة صفيحتان خلويتان ؛ هما أدمة خارجية، أدمة داخلية والتي تنقوس على شكل هلال تدعى بالانثناء الرأسي head-fold ويكون في مرحلة الانثناء الرأسي وهو مرحلة (6) وتسمى مرحلة الانثناء الرأسي، بحدود 24/ساعة من بدء الحضان، وجزء من الأدمة الخارجية المشكلة للانثناء

الرأسي ستعطي فيما بعد طليعة السلى، وجزء من الأدمة الداخلية المشكلة للانثناء
الرأسي تعطي بداءة المعى، وفي تلك المرحلة أيضاً تتشكل الجزر الدموية
(الشكل: 59).



الشكل (59) مرحلة رقم 6- مرحلة الانثناء الرأسي
24/ساعة من بدء الحضن (محضر كامل)

مشتقات الأدمات

آ - مشتقات الأدمة الخارجية

عندما يتم تراجع عقدة هنسن نحو الخلف، فإن خلايا بداءة الجملة العصبية
تبدأ بالتكثف، في منطقة تقع فوق الحبل الظهري التي تحرضها على تشكل
الصفحة العصبية *neural plate* وذلك في الساعة 20-22 من بدء الحضن تقريباً،
بعد ذلك يزداد تقعر الصفحة العصبية لتشكل الميزانية العصبية *Neural groove*،

وبالتالي يتشكل الانثناءان العصبيان ويزداد طولهما مع ازدياد تعمق الميزابة، وتستمر حتى الساعة 25-26 من بدء الحضان.

كل انثناء عصبي يلتقي ويلتحم مع نظيره من الطرف الآخر، وتتحول الميزابة العصبية إلى أنبوب عصبي Neural tube وذلك في الساعة 26-27 من بدء الحضان وكذلك تتشكل خلايا العرف العصبي ونفس الطريقة التي درسناها في جنين الضفادع، ولها المشتقات نفسها المذكورة سابقاً (الشكل: 60).

يظل الأنبوب العصبي مفتوحاً في الأمام بما يسمى بالمنفذ العصبي الأمامي وينغلق في 30-33 ساعة من بدء الحضان.

كذلك يكون الأنبوب العصبي مفتوحاً في الخلف، بما يسمى بالمنفذ العصبي الخلفي على شكل جيب معيني، ينغلق في 40 - 43 ساعة من بدء الحضان (الشكل: 61).

يتمايز الأنبوب العصبي إلى:

1- دماغ أمامي ويقسم إلى:

أ - دماغ نهائي ويعطي نصفي الكرتين المخيتين.

ب - دماغ بيني أو سريري، ويعد حويصلات العين جزءاً من الدماغ البيني، كما تتشكل الغدة الصنوبرية في وسط جداره الظهرى (في اليوم الثالث)، كما يعطي أيضاً التصلاب البصري على وجهه البطني.

ج - دماغ متوسط لا ينقسم، ويتحول جوفه إلى قناة سلفيوس التي تصل البطين الثالث بالبطين الرابع.

2 - دماغ خلفي ويقسم إلى:

أ - دماغ تال ويعطي المخيخ والبنى الملحقة به كجسر فارول.

ب - دماغ نخاعي ويعطي البصلة السيسائية.

ويشكل جوف الدماغ التالي والنخاعي، البطين الرابع.

وما تبقى من الأنبوب يتشكل النخاع الشوكي.

أدمة خارجية



آ - مرحلة الصفحة العصبية

ب - مرحلة الميزابة العصبية

ج - مرحلة الأنبوب العصبى

الشكل (60) مقاطع عرضية لجنين الدجاج



الشكل (61) مرحلة رقم 9 - مرحلة القطعة الظهرية الثامنة
حوالي 29-30/سا من بدء الحضان

ب - مشتقات الأدمة الوسطى

ذكرنا سابقاً أن خلايا الأدمة الوسطى تتشكل من خلايا الأرومة العلوية التي تهاجر متحركة عبر الخط الابتدائي لتشكل الأدمة الوسطى ثم لا تلبث أن تنتشر في الجوانب والأمام، وتتغلغل ما بين خلايا الأدمة الخارجية وخلايا الأدمة الداخلية المحية، في الأقسام المحيطية من القرص الأصل.

تتمايز الأدمة الوسطى إلى الأقسام التالية:

أ - الحبل الظهري: وهي أدمة وسطى محورية، وتكون في البداية على شكل استطالة رأسية تقع إلى الأمام من عقدة هنسن، ومع تراجع عقدة هنسن، تأخذ هذه الاستطالة الشكل المألوف للحبل الظهري، والتي لها دور كبير في تحريض خلايا الخارجية الواقعة فوقها لتشكل الأنبوب العصبي.

وكما نعلم فإن الحبل الظهري هي بنية مؤقتة تزول عندما يتأمن تشكل فقرات العمود الفقري.

ب - القطع الظهرية: وتمثل أدمة وسطى جانب محورية، وتتوضع بدءاً من القطع الظهرية خلف عقدة هنسن، وما أن تصبح هذه الخلايا بالداخل حتى تتوضع على جانبي الحبل الظهري كشريطين خلويين سميكين، ثم لا تلبث أن تنقطع لتعطي صفين من القطع الظهرية على جانبي الحبل الظهري، بدءاً من الساعة 20 - 21 من بدء الحضن، وتستمر بالنقطع نحو الخلف، تقريباً كل ساعة، وهنا يمكن الاعتماد على عدد أشعاع القطع الظهرية في تحديد عمر الجنين، التي هي من مواصفات كل مرحلة من مراحل تشكل الجنين، وكما نعلم فإن كل قطعة ظهرية تستمر من جهة واحدة، وهي الجانبية مع الصفيحة الجانبية، وتشكل قطعة كلوية، هذه القطع الكلوية تشكل فيما بعد جهاز الإطراح. أما بالنسبة لتمايز القطع الظهرية، فهي تقريباً نفسها كما ذكرناها لدى جنين الضفدع.

ج - الصفيحتان الجانبيتان: وتمثل أدمة وسطى جانبية. تنشق كل صفيحة جانبية طولياً، لتعطي أدمة وسطى جدارية، تنطبق على الأدمة الخارجية لتشكل طبقة جدارية، وأدمة وسطى حشوية، تنطبق على الأدمة الداخلية وتشكل طبقة حشوية، والفراغ المتشكل ما بين الطبقتين يوافق الجوف العام coelom وإن هاتين الأدمتين الوسطى الجدارية والوسطى والحشوية تمتدان خارج حدود الجسم، وحتى نهاية الباحة الوعائية وتسهم في تشكل الملحقات الجنينية راجع (الشكل: 60-ج).

الجزر الدموية وتشكل الباحة الوعائية

إن كل ما يتعلق بجهاز الدوران، فإن غالبيتها تنشق من خلايا الأدمة الوسطى الحشوية، وبالتالي تتشكل الجزر الدموية من خلايا تلك الأدمة. وتظهر بداية في المنطقة الخلفية على شكل نضوة الحصان، لا تلبث أن تتوسع بالاتجاهين الجانبيين والأمام.

ويبدأ تشكل الجزر الدموية في مرحلة الانشاء الرأسي مرحلة رقم (6) تقريباً 24 / ساعة من بدء الحضان، ويتم تركيب الهيموغلوبين في المرحلة رقم (7) أي حوالي 26/ساعة من بدء الحضان.

تتجمع تلك الجزر الدموية على حدود الباحة الشفيفة - العاتمة، أي على الناحية الخارجية من الباحة الشفيفة، والناحية الداخلية من الباحة العاتمة.

وبعد تشكل الأوعية الدموية في تلك المنطقة، تدعى عندئذ بالباحة الوعائية *area vasculosa* وبالتالي فإن الناحية الخارجية من الباحة العاتمة تدعى بالباحة المحية *area vitellina*.

الجزر الدموية *blood islands* هي عبارة عن تجمعات صغيرة، لخلايا أرومة الكريات الحمراء وتسمى أيضاً الأرومة الحمراء *erythroblast*، تظهر في كل جزيرة دموية، فجوة صغيرة تؤدي إلى تكون طبقة سطحية رقيقة، لحد ما

دائرية، تدعى البطانة endothelium، تحصر بداخلها كتلة من الخلايا المركزية، غير مترابطة مع بعضها البعض، وهي خلايا الأرومة الحمراء والتي تقوم بتركيب بلاسما الدم، ويتوسع الفجوة وازدياد السائل بداخلها، تتحقق زيادة تسطح الخلايا السطحية المحيطية. وهكذا تتصل الجزر الدموية ببعضها لتشكل بطانة الأوعية الدموية، بداخلها الكريات الحمراء وبلاسما الدم. وتقوم بطانة الأوعية الدموية بزيادة عدد خلايا الأرومة الحمراء من خلال انقساماتها النشيطة (الشكل:62).



الشكل (62) مقطع عرضي لجنين الطيور
في منطقة تشكل الجزر الدموية

إن تشكل هذه الجزر واتصالها مع بعضها البعض يعطي شبكة معقدة من الشعيرات الدموية في الباحة الوعائية، وهذه الشبكة تجتاح الباحة الشفيفة لتتصل مع الأوعية الدموية للجنين عن طريق الوريدين المحيين، والشريانين المحيين. ويبدأ

دوران الدم في المرحلة (12) نحو 48-50 ساعة من بدء الحضان بعدد 16 قطعة
ظهرية، وتتشكل الكريات البيض بعد المرحلة (25).

وفي مراحل تالية يلاحظ أن هذه الشبكة الوعائية تتصل بوعاء دموي دائري
الشكل يدعى بالجيب الانتهائي sinus terminalis.

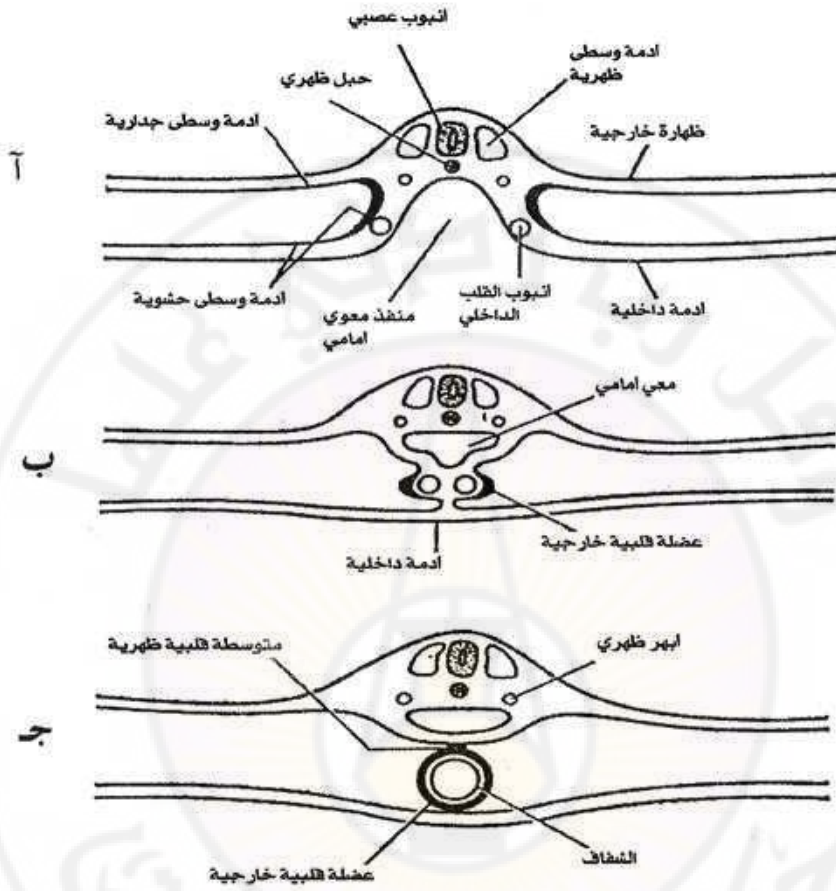
تشكل القلب :

يبدأ تشكل بدءاً من الساعة 24 من بدء الحضان، وذلك عندما تظهر ثخانة في
منطقة الأدمة الوسطى الحشوية، وهي التي تكون على مقربة من المنفذ المعوي
الأمامي وتشكل بداءة العضلة القلبية الخارجية epimyocardium ومنها تهاجر
خلايا تشكل بداءة القلب الداخلي endocardium تتوضع بين بداءة العضلة القلبية
الخارجية والأدمة الداخلية.

بعد ذلك نتوصل تلك العضلة القلبية الخارجية من كل جانب وبداخلها تنتظم
خلايا القلب الداخلي على شكل أنبوبة رقيقة (الشغاف) (الشكل:63).

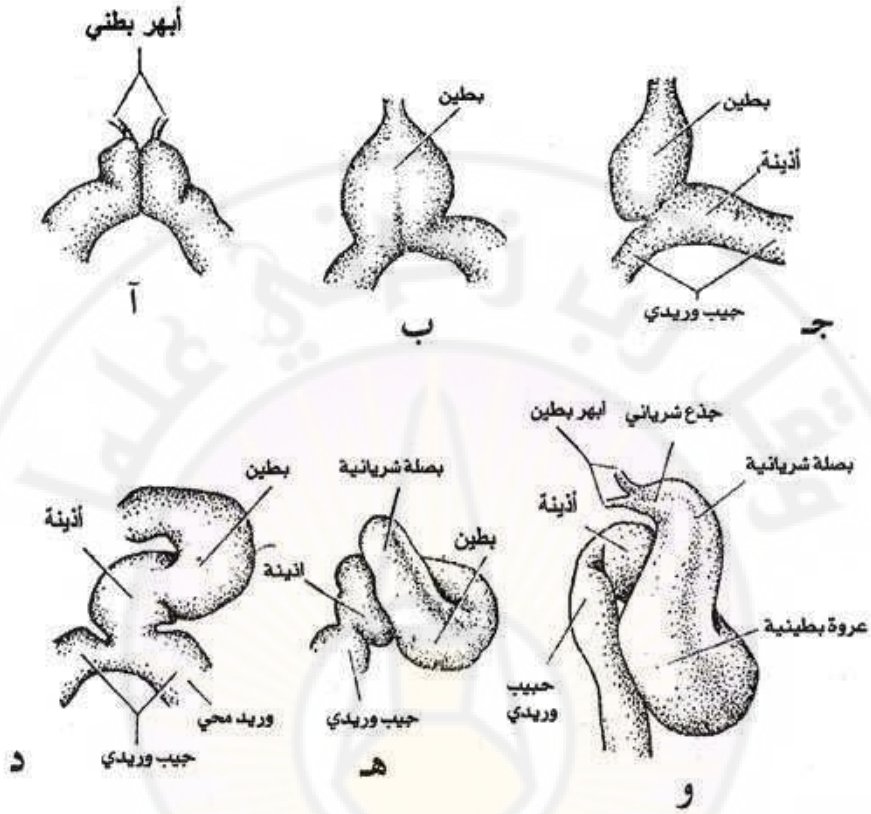
وهكذا نرى من خلال الشكل، أن القلب في هذه المرحلة يتألف من قسمين
متناظرين على جانبي المنفذ المعوي الأمامي، وكل قسم يتألف من حوصلة غير
كاملة تبدو كنصف دائرة بداخلها أنبوبة القلب الداخلي أو الشغاف.

وعند تشكل الانثناء الرأسي من خلايا الأدمة الخارجية والداخلية، يرفع
رأس الجنين فوق مستوى المح، وتقترب بداءة القلب من بعضهما، وعند انغلاق
المعي الأمامي تلتقي العضلتان القلبيتان الخارجيتان مع بعضهما، وتشكلا تجويفاً
واحداً واسعاً، بداخلها أنبوتان متقاربتان إلى بعضهما تحت المعى الأمامي مباشرة،
ومعلقاً به بوساطة حجاب ظهري هو مساريقا القلب الظهري، ومن الأسفل بالأدمة
الوسطى الحشوية المضاعفة بالأدمة الداخلية بوساطة مساريقا القلب البطني والذي
يزول عند التقاء أنبوتي الشغاف والتحامهما مع بعضهما في المرحلة التالية ولتشكل
أنبوباً متسعاً واحداً ضمن التجويف ؛ وبوافق الجوف العام حول القلب.



- آ - تشكل سماكة في الأدمة الوسطى الحشوية (بداءة العضلة القلبية الخارجية) وإعطاؤها خلايا بداءة القلب الداخلي.
- ب - تقارب أنبوبتي القلب الداخلي (الشفاف) المتوضعتين ضمن حوصليتي العضلة القلبية الخارجية.
- ج - التحام أنبوبتي القلب الداخلي واندماج حوصليتي العضلة القلبية الخارجية.

الشكل (63) مراحل تشكل القلب بطريقة التحام بداءتي القلب الداخلي والعضلة القلبية الخارجية



آ ، ب ، ج- لتحام بداءتا القلب

د ، هـ ، و - انثناء القلب

الشكل (64) تبدلات في شكل القلب لدى جنين الدجاج

الجدير بالذكر أن التقاء عضلتي القلب الخارجيتين واندماجهما يحدث عند النهاية الأمامية الرأسية ثم يواصل تقدمه باتجاه الخلف، وأول منطقة تتشكل من الاندماج المذكور هو الجذع الشرياني الذي يؤدي إلى الأوعية الشريانية وإلى البطين.

وثاني منطقة تتشكل من الاندماج هو الأذينة، وآخر منطقة تتشكل من القلب هو الجيب الوريدي الذي يستقبل الدم الوريدي.

ويحصل التواء للقلب على شكل حرف S (الشكل: 64) ويكون منعطفاً إلى
الجهة اليمنى.

ومابين 36-40/سا من بدء الحضان يبدأ القلب بالنبض.

ج- مشتقات الأدمة الداخلية

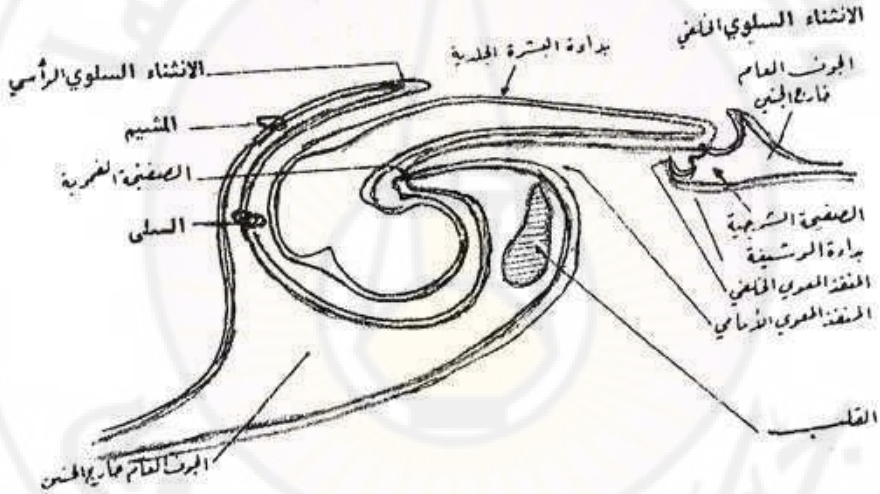
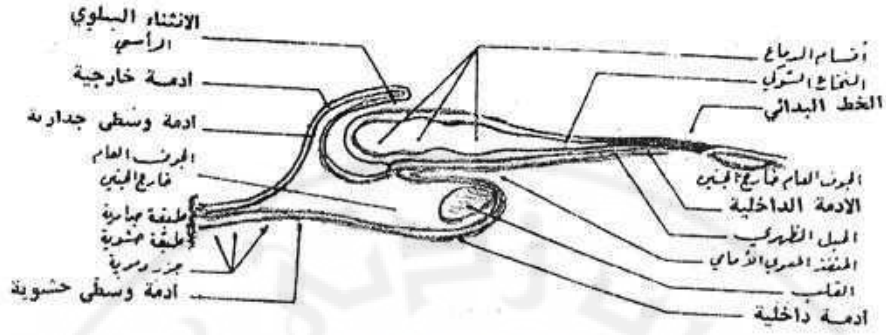
مع تطور الأدمات الجنينية خلال نمو الجنين، فإن هذه الأدمات تمتد خارج
نطاق جسم الجنين، وتدعى بالأدمات خارج جنينية أو إضافية، وهذه الأدمات
الإضافية، تسهم في تشكل الانثناءات الجسمية التي تؤدي إلى رفع الجنين عن
مستوى المح، وكنا قد ذكرنا عن الانثناء الرأسي المتشكل من الأدمتين الخارجية
والداخلية، ويكون على شكل هلال، ومن جراء تكون الانثناء الرأسي في الأمام فإن
الرأس والعنق يرتفعان عن المح، ويتشكل تحت الانثناء ما يدعى بالجيب تحت
الرأسي Subcephalic Pocket ويؤدي ذلك إلى سحب الأدمة الداخلية معها،
وتكون ردياً يدعى بالمعي الأمامي، ونهايته الخلفية مفتوحة تدعى بالمنفذ المعوي
الأمامي Anterior intestinal protal، حيث يفتح على المح، ويحده في الأمام
الغشاء القموي البلعومي.

ثم ينشأ الانثناءان الجانبيان، لعزل جسم الجنين من الجانبين عن المح،
وكذلك الانثناء الذيلي من الناحية الخلفية لجسم الجنين، ويظهر هذا الانثناء الذيلي
في اليوم الثالث، ويتمق، ويفصل عن المح بشكل ما يدعى بالجيب تحت الذيلي
Subcaudal Pocket. وهذا الانثناء الذيلي يؤدي إلى تكون ردي مائل للكل
يدعى بالمعي الخلفي، وفتحته تدعى بالمنفذ المعوي الخلفي، يحده في الخلف الغشاء
المقداري. ومابين المنفذين المعويين، توجد منطقة المعى المتوسط المفتوحة على
المح من الناحية السفلية.

كل ردي معوي ينمو باتجاه الآخر، مما يؤدي إلى تشكل قناة الهضم. ويبقى
المعى المتوسط مفتوحاً على الكيس المحي بعد شكله لقناة تدعى الرجيلة أو السويقاً

المحية ويبقى هذا المعي مفتوحاً على الكيس المحي لحين استنفاد المح قبل النقف بقليل، حيث تنقلص عضلات البطن لتدفع بالكيس المحي المتبقي في القناة الهضمية، وعندئذ يصبح هذا المعي مغلقاً (الشكل: 65).

بقي أن نذكر بأن الخلايا الجنسية الأولية تنشأ من الأدمة الداخلية خارج جنينية، ويبدو أن هذه الخلايا تصل إلى منطقة الغدة التناسلية عن طريق الأوعية الدموية. وبالنسبة لتمايز المعي الأمامي والمتوسط والخلفي فهو مشابه لما ورد ذكره سابقاً. (الشكل: 66).



أ- في المرحلة رقم 10 تقريباً 33 / سا من بدء الحضن لاحظ تشكل المنفذ المعوي الأمامي.

ب- في المرحلة رقم 15 تقريباً بعد 48 / سا من بدء الحضن لاحظ تشكل المنفذ المعوي الخلفي وما بين المنفذين المعويين ، لاحظ المعى المتوسط وتشكل الصفيفة الفموية والصفيفة الشرجية. في هذه المرحلة أيضاً تتشكل الأغشية الجنينية.

الشكل (65) تمثيل لمقاطع سهمية في جنين دجاج

الفصل التاسع

تكوّن الملحقات الجنينية

- الكيس المحي Yolk Sak .
- السلى Amnion والمشيم Chorion .
- الوشقة (السقاء) Allantois .

أظهرت التكيفات المتلاحقة عبر حياة الكائن الحي، العديد من السمات الجديدة لكل تكيف ولكل مرحلة. وتبدى الفقاريات تكيفاً تدريجياً للانتقال من الحياة المائية إلى الحياة البرية، والزواحف هي أولى الحيوانات الفقارية التي تكيفت مع الانتقال إلى الحياة على اليابسة، وأصبح الإلقاح داخلياً، ووضع البيوض خارجياً، وتطلب هذا كما في بقية الحيوانات الفقارية كالطيور والثدييات إلى وجود بنية معينة، تحقق ذلك التكيف. وهذه البنية هي أغشية جنينية . التي تؤمن للجنين المتشكل الحماية اللازمة من الصدمات والاهتزازات، وتؤمن له الفعاليات الحياتية كافة كالتغذية والتنفس والإطراح، وتؤمن له الوسط السائل، كما كان لأسلافه النمو في وسط سائل.

وتسمى تلك الحيوانات الفقارية بالسليويات Amniota لوجود السلى .

بينما الثدييات التوالي : الحقيقية تفتقد بيوضها القشرة الكلسية، وتبقى محتفظة بالأغشية الجنينية، وتتشكل لدى الثدييات الحقيقية مشيمة متطورة . ولذلك تدعى حقيقيات المشيمة Eutheria.

الملحقات أو الأغشية خارج جنينية Extra-embryonic membranes هي

التالية:

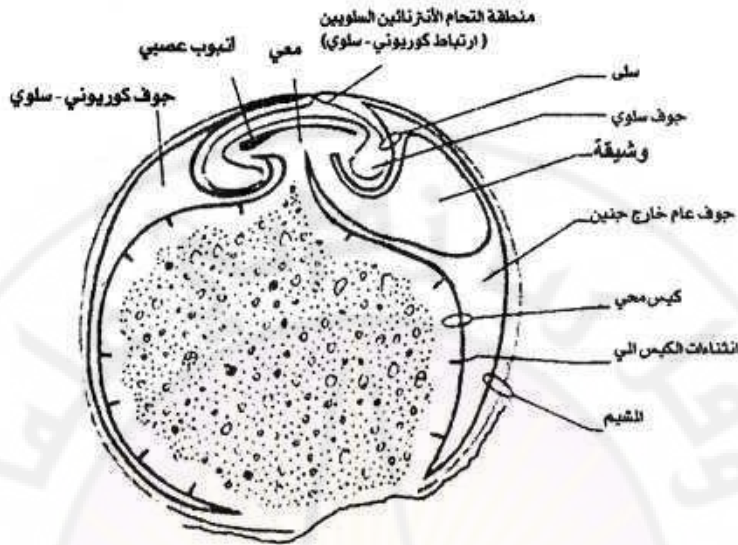
- الحويصل أو الكيس المحي Yolk Sak.
- السلى أو الأمنيون Amnion والمشيم Chorion (المشيماء) وتدعى أيضاً بالمصلية Serosa.
- الوشقة أو السقاء Allantois.

1- الكيس المحي Yolk Sak:

وهو أول الملحقات الجنينية التي تتشكل خارج المنطقة الجنينية، والأدمات التي تصل إليها هي كما قلنا أدمات خارج جنينية أو إضافية.

مع تطور جهاز الهضم يتشكل الكيس المحي، وكما رأينا أن ظهور الانثناءات الجسمية- الرأسية والجانبية والخلفية أدت إلى ظهور المعى الأمامي، ومن ثم المعى الخفي وما بينهما المعى المتوسط المفتوح على المح، وبعد ذلك تنمو الأدمة الداخلية المضاعفة بالأدمة الوسطى الحشوية (طبقة حشوية)، زاحفة إلى الأسفل لتغطي كتلة المح تدريجياً مما يتناسب مع الاستنفاد التدريجي للمح، بعد أن يغطي المح بأكمله، يصبح ضمن كيس يدعى بالكيس المحي . وهذا الكيس متصل مع المعى المتوسط بقناة ضيقة تدعى بالسويقة أو الرجيطة المحية . ولوجود الأدمة الوسطى الحشوية في تركيب الكيس المحي فإنها تشكل أوعية دموية، شرياني ووريدين سريعين، تصل إلى أوعية الجنين عبر هذه السويقة، ويقوم الكيس المحي بتقديم الغذاء للجنين عن طريق تلك الأوعية الدموية، وليس عن طريق السويقة المحية . ومما يزيد من فعالية هذا العضو المغذي ظهور انثناءات عديدة على جداره، لسرعة التمثل، وتقوم خلايا الأدمة الداخلية بإفراز أنزيمات تحطم حبيبات المح وتحوله إلى محلول، يمتثل سريعاً عن طريق الأوعية المدة (الشكل:67).

والجدير بالذكر أن الانثناءات الجسمية التي أدت إلى عزل جسم الجنين عن الكيس المحي تنقلص تحت جسم الجنين، وتلتقي بطنياً دون أن تلتحم مع بعضها. تاركة فتحة تدعى بالسرة ينطلق خلالها الحبل السري ؛ وهذا الحبل يربط الجنين بالكيس المحي، ولذلك يظهر الجنين قابعاً فوق قمة الكيس المحي، ويشمل الحبل السري، السويقة المحية والسويقة الوشيقية بالإضافة إلى الأدمة الخارجية.



الشكل (67) تشكل الملحقات الجنينية ومن ضمنها الكيس المحي في مقطع طولي للجنين في بداية اليوم الخامس من بدء الحضان

2- السلى Amnion والمشيم Chorion:

يتم تشكل السلى والمشيم في آن واحد من خلال انثناءات في الأدمت خارج جنينية . ففي المنطقة الأمامية، فوق الرأس يتشكل انثناء يحيط بمقدمة الرأس كالقنسوة ؛ هو الانثناء السلوي الراسي . يتألف هذا الانثناء من أدمة خارجية مضاعفة بأدمة وسطى جدارية ويتم ذلك تقريباً في ٣٠/سا من بدء الحضان، أي في مرحلة مبكرة . ينمو هذا الانثناء نحو الخلف باتجاه الجذع، وبعد حوالي ٤٨/سا من بدء الحضان يتشكل انثناء آخر في المنطقة الخلفية هو الانثناء السلوي الذيلي الذي يحيط بالبرعم الذيلي . وينمو هذا الانثناء نحو الأمام باتجاه الجذع، وكما تستمر حافتا الانثناءين بالارتفاع لتشكّل انثناءين سلويين جانبيين، تتماوان ظهرياً فوق الجنين .

كل انثناء ينمو باتجاه الآخر ليلتقي به، ويلتحم معه ظهرياً فوق الجنين وإلى الخلف قليلاً من منطقة الشريانين السريين، تاركاً فتحة صغيرة، تلتحم في اليوم الرابع، ويظهر مكان الالتحام ندبة صغيرة، تدعى بالرفاء raphe.

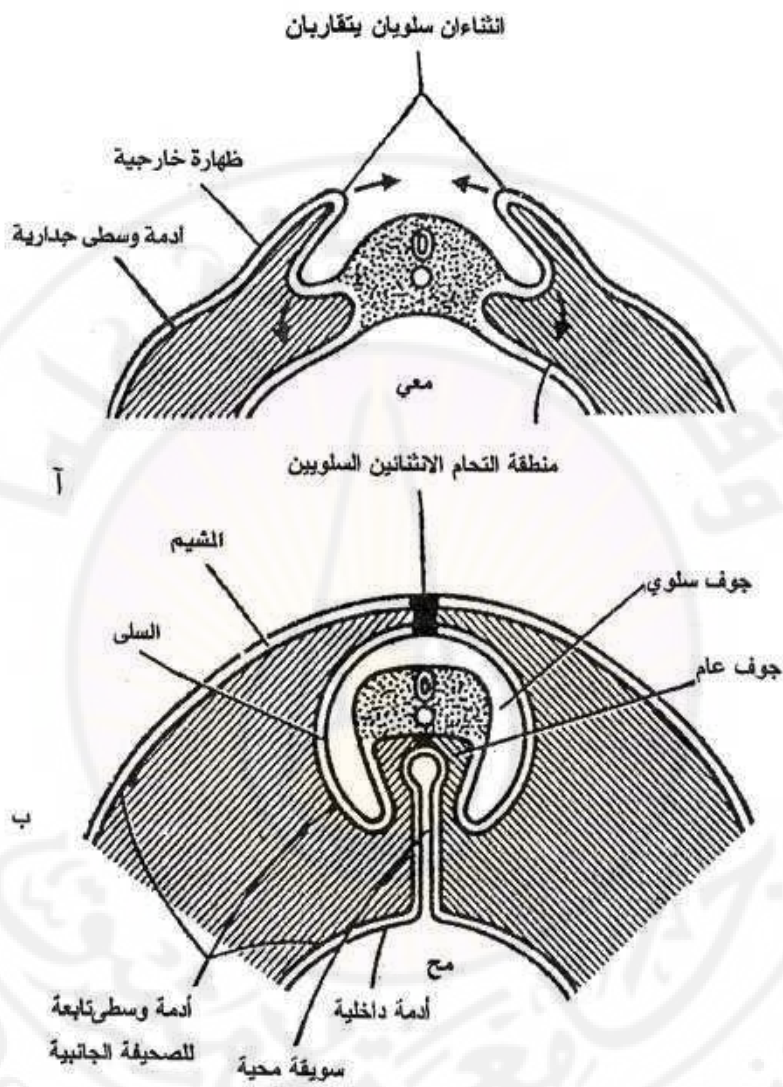
وبذلك نرى أن الجنين أصبح ضمن الجوف السلوي Amniotic cavity، فيه سائل هو السائل السلوي amniotic fluid . يتسع هذا الجوف بازدياد كمية السائل، ليسبح الجنين فيه ويبقى مرتبطاً بالأغشية الجنينية الإضافية بواسطة الحبل السري، يحد هذا الجوف من الأعلى السلى Amnion، وتتألف من أدمة خارجية خارج جنينية من جهة الداخل، وأدمة وسطى جدارية خارج جنينية من جهة الخارج وتعد الطبقة الأولى من التحام الانثناءات.

أما الجوف الثاني المتشكل من جراء الالتحام هذا، هو الجوف السلوي - الكوريوني، والذي يقع بين السلى وبين الطبقة الثانية-السطحية من التحام الانثناءات، والتي تسمى المشيم Chorion (المصلية Serosa) وتتألف من أدمة خارجية خارج جنينية من جهة الخارج، وأدمة وسطى جدارية خارج جنينية من جهة الداخل.

ويُعدُّ الجوف السلوي - الكوريوني، الجوف العام خارج جنيني، حيث إنه يكون متصلاً مع الجوف العام الجنيني (الشكل: 68).

يقوم السلى بالوظائف التالية:

- 1- يؤمن للجنين وسطاً مائياً يسبح فيه، وبالتالي حمايته من خطر الجفاف.
- 2- حماية الجنين من الصدمات والاهتزازات التي قد تصيبه حيث إن السائل السلوي يمتص تلك الصدمات الميكانيكية.
- 3- يؤمن له النمو الطبيعي دون حدوث أي تشوهات من خلال توفير الوسط الملائم للسماح للجنين بتغيير شكله وموقعه، وهو مبتعد عن القشرة الكلسية .
- 4- يمنع فقدان الماء.



آ - تقارب الانتثانين السلويين.

ب - التحام الانتثانين السلويين.

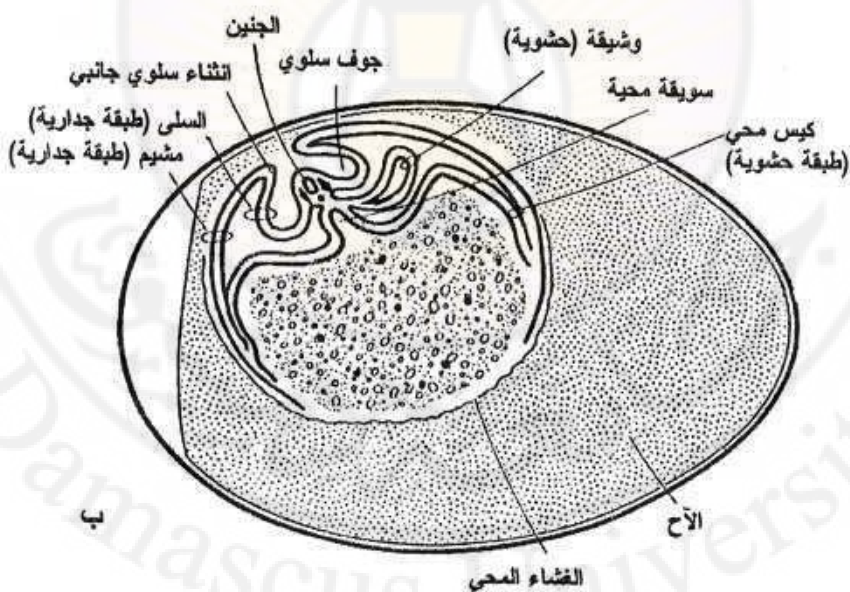
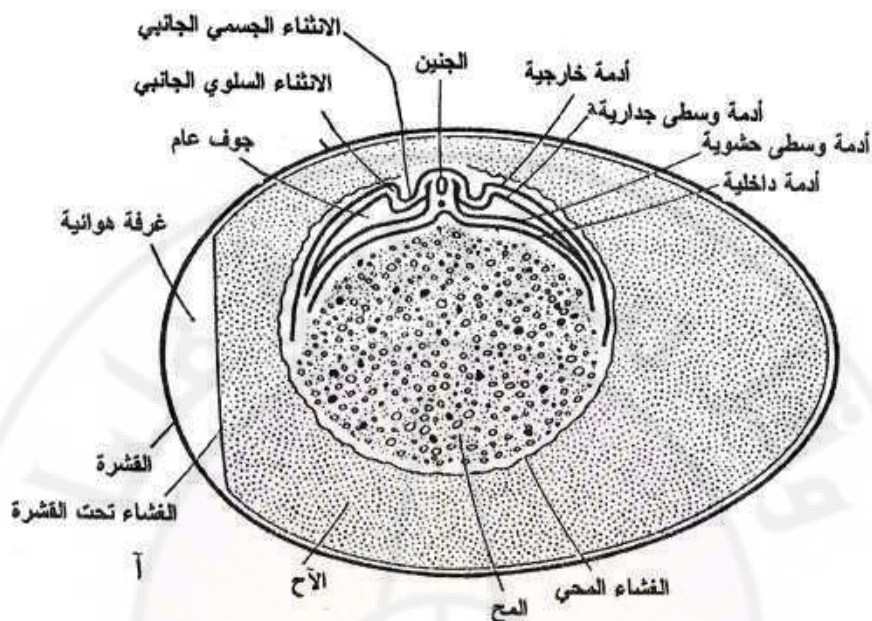
الشكل (68) تشكّل السلي والمشيم والجوف السلوي

3- الوشيقة (السقاء) Allantois:

في اليوم الثالث تقريباً من بدء الحضان، ينطلق بروز من المعى الخلفي، على شكل رطب هو الوشيقة، ويكون بطبيعة الحال مكوناً من الأدمة الداخلية مضاعفة بالأدمة الوسطى الحشوية، وهاتان الأدمتان هما من ضمن الأدمات الجنينية، وبعد ذلك يتم توسع هذا الرطب، ويمتد بسرعة خارج حدود جسم الجنين، ويبقى جزؤه القريب متصلاً بالمعى الخلفي عن طريق السويقة أو الرجيطة الوشيكية وتقع خلف السويقة المحية . الملاحظ أن السلى والمشيم تشكلا من أدمات جنينية إضافية، بينما الوشيقة بداية تشكلها أو جزئها القريب تشكلت من أدمات جنينية (الشكل:69).

تتمو الوشيقة منعطفة إلى الجهة اليمنى من الجنين، وتتوسع في الجوف العام خارج جنيني (الجوف السلوي - الكوريوني) وعندئذ تبتعد السلى عن المشيم، لتسمح بالوشيقة بالامتداد ضمن هذا الجوف، وتتبسط قمة الوشيقة عند اتساعها ضمن هذا الجوف فيما بعد . ويستمر اتساعها حتى نملأ الفراغ المحصور بين السلى والكيس المحي، ونتيجة لذلك تقترب طبقة الوشيقة الخارجية من المشيم وتدعى بالغشاء الكوريوني (المصلي) - الوشيقي Sero-allantoic membrane.

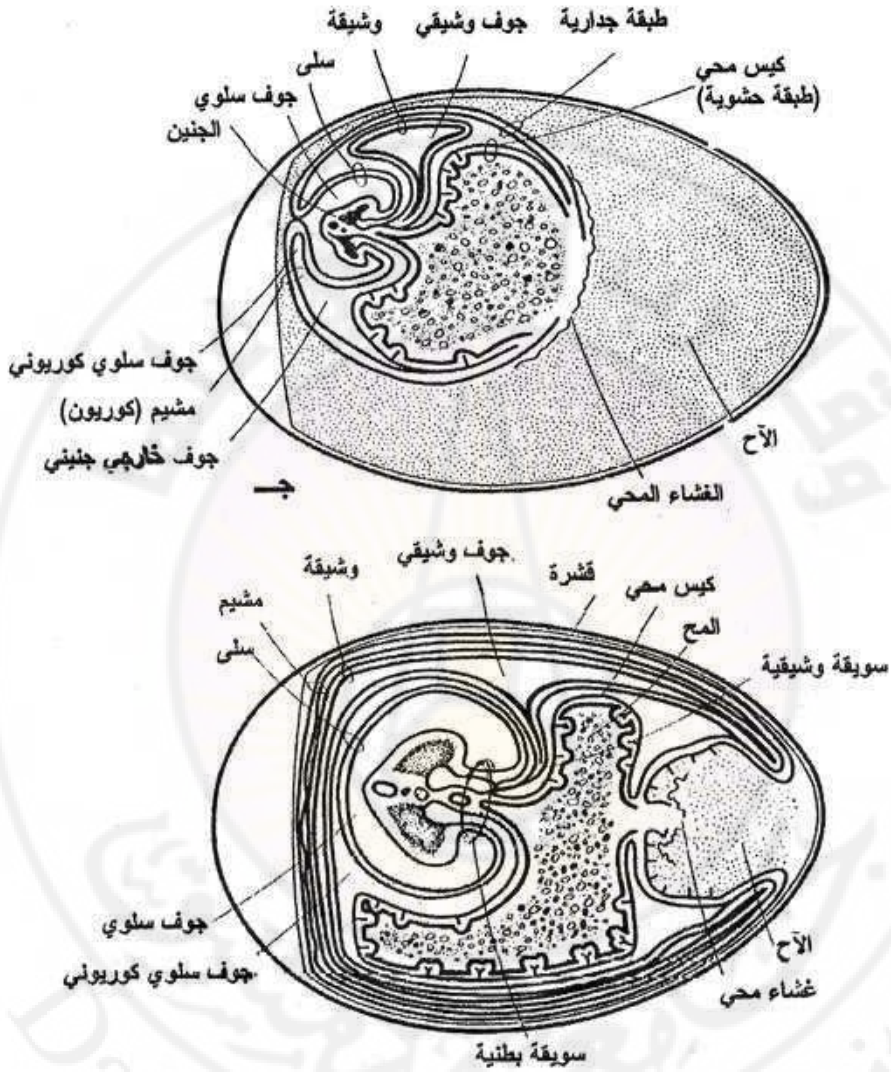
بينما طبقة الوشيقة الداخلية تكون قريبة من السلى وعند إحاطتها للسلى، والكيس المحي فإنها تصل إلى الطرف الدقيق للبيضة، حيث يوجد كيس الزلال أو الآح .



أ- جنين الدجاج بعد يومين من بدء الحضن

ب- جنين الدجاج بعد ثلاثة أيام من بدء الحضن

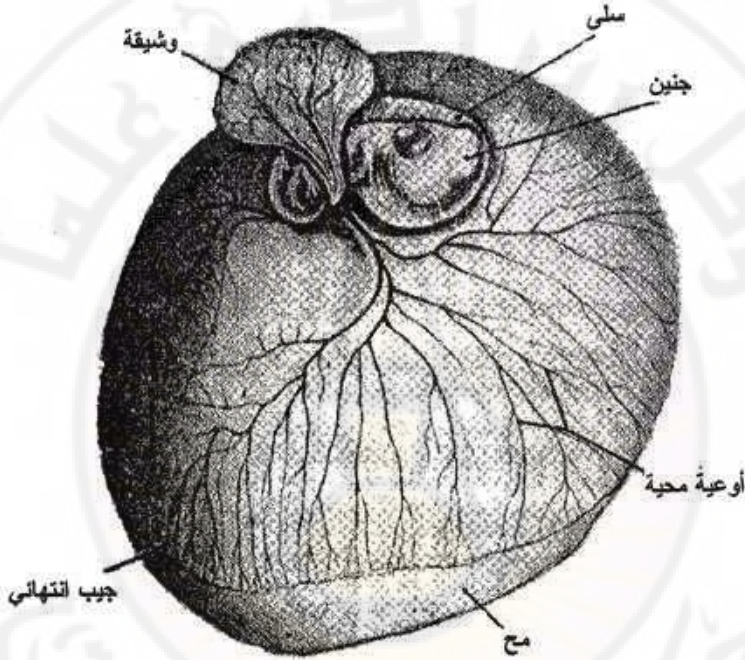
الشكل (69) مقاطع عرضية لجنين الدجاج تبين شكل الملحقات الجنينية



ج- جنين الدجاج بعد خمسة أيام من بدء الحضن
 د - جنين الدجاج بعد أربع عشرة يوماً من بدء الحضن

تابع الشكل (69)

تتشكل أوعية دموية على سطح الوشيقة نتيجة وجود أدمة وسطى حشوية في بنية الوشيقة، تدعى بالأوعية الوشيقية والتي تتصل مع الأوعية الدموية للجنين عن طريق الأوردة والشرابين الوشيقية (الشكل 70).



الشكل (70) منظر عام لجنين دجاج بعد 5,5 يوم من بدء الحضن

وتقوم الوشيقة بالوظائف التالية:

- 1- إنها تمثل عضواً للتبادل الغازي لوجود الأوعية الدموية على سطحها، حيث تنتقل الأوكسجين إلى الجنين، وتنتقل غاز ثاني أوكسيد الكربون وتطرحه إلى الخارج، ساعداً في ذلك قربها من مسامات القشرة الخارجية.
- 2- تقوم بخزن نواتج الإطراح، وهي البولة وحمض البولة ولكن كمية الماء غير كافية للحد من التأثير السام للبولة، السريع الانحلال في الماء، لذلك

تترسب الفضلات على شكل بلورات حمض البولة التي لا تحتاج لاستهلاك الماء فهو قليل الانحلال في الماء .

3- لاستئاد الوشيقة على جدار كيس الزلال تجعلها قريبة منها، وبالتالي تمتص قسماً من الزلال ولا ننسى أن الزلال يدخل في تركيب السائل الأمنيوسي أو السلوي.

4- تمتص الوشيقة أملاح الكالسيوم الموجودة في تركيب القشرة الكلسية وتسهم في بناء الهيكل العظمي للجنين، وتسهم في الوقت نفسه في سهولة النقف لأن القشرة أصبحت سهلة الكسر جراء خسارتها من أملاح الكالسيوم .

باختصار شديد تعد الوشيقة رئة تنفسية ومثانة بولية.

وحين النقف، تنفصل كل تلك الأغشية الجنينية، عن الجنين وتبقى داخل القشرة الكلسية.

ونستطيع أن نخلص إلى أن كل غشاء جنيني إضافي شارك في تكوينه أدمتان خلويتان.

الفصل العاشر

التنامي الجنيني لدى الثدييات

- الحمل والإنغراس وتشكل المشيمة .
- التقسم وتشكل الحويصل الأصيل .
- تشكل السلى والجوف السلوي .
- تشكل الكيس المحي والنسيج المتوسط خارج جنيني .
- المشيم .
- وظائف الكيس المحي .
- وظائف الجوف السلوي والسلى .
- تشكل الوشيقة .
- الحبل السري .
- تشكل المعيدة .
- أنماط المشيمة .
- وظيفة المشيمة .

يتم التنامي الجنيني لدى الثدييات في مراحل مختلفة ضمن تكيفات بيئية معنية، أبرزها التطور النوعي للكائن الحي، وبالرغم من اختلاف التنامي الجنيني لدى الثدييات، بخطوطه الجوهرية عما سبق ذكره، إلا أنه يمتلك الخطوط العريضة نفسها التي مرت بها الكائنات الحية الأدنى مرتبة من الثدييات، وأهم ما يجمعها مع الذي سبق، هو اندماج أعراس ذكرية وأنثوية، وإعادة العدد الصبغي المضاعف، وعمليات تقسم الببضة الملحقة.

وبما أن الجنين يتكون بشكله الكامل داخل جسم الأنثى، ويخرج عند الولادة فرداً كاملاً فإن الببضة لدى الثدييات الحقيقية لا تلتصق إلى تخزين كميات كبيرة من المدخرات الغذائية بما فيها المح، لذلك فهي صغيرة الحجم قطرها من ٧٠-١٢٠ ميكرومتر، تحتوي على سيتوبلازما ونواة، ومحاطة بالغشاء السيتوبلازمي، والغشاء الشفاف *Zona pellucida*، والتي تعد صفة خاصة لببضة الثدييات (بماثلها الغشاء المحي لبقية الزمر الحيوانية) وما بين الغشائين يوجد فراغ مملوء بسائل يعرف بالفراغ حول المحي، تيمناً بأسلافها التي لبيوضها مح غزير كالزواحف والطيور، والمح الغزير أيضاً موجود لدى ببضة الثدييات الأولية أو البدائية *prototheria* كحيوان طيري المنقار *ornithorhynchus*، وقنفذ النمل *Chidna* (أكل النمل المشوك *tachyglossus*)، وهي حيوانات ولودة ببوضة، لا تتشكل فيها مشيمة وببوض تلك الحيوانات كبيرة لحد ما قطرها ≈ 1 سم، وتشبه في تركيبها ببضة الدجاج من حيث احتوائها على مح غزير وآح، وغلاف قشري ناعم. وتمتلك ببوضها غشاء شفافاً أيضاً.

بينما تحتوي ببوض الجرابيات من الثدييات التوالية *Metatheria* على كمية قليلة من المح، ولها غشاء شفاف، قطرها نحو 250 ميكرومتر، ويعتمد الجنين في غذائه على الأم، حيث إن المح يُطرح خارجاً بعد بدء التقسم. لكن لا يتم نمو تلك

الأجنة بشكل كامل داخل جسم الأنثى، بل تتابع نموها خارج جسم الأنثى، ضمن جراب الذي ينطلق منه كفرد كامل، ولذا تكون المشيمة عندها بدائية التشكل، بينما تمتلك الثدييات الحقيقية Euthrria مشيمة متطورة، وهي بالتالي حقيقيات المشيمة.

الحمل والإنغراس وتشكل المشيمة

يحدث الإلقاح في القسم العلوي من القناة الناقلة للبيوض أو قناة فالوب، وهذا يحتاج لانتقال النطاف داخل القناة ووصولها إلى مكان الإلقاح . يساعدها على ذلك حركة العضلات الدائرية والطولية للقناة، وأهدابها وحركة السائل الموجود في القناة.

عند عملية الإباضة، تكون البويضة المطروحة، محاطة بطبقة من خلايا الإكليل المشع . وعلى ما يبدو أن خلايا الإكليل المشع تلعب دوراً في عملية نقل البويضة انتقالاً طبيعياً ضمن القناة . يساعدها على ذلك تقلص العضلات الدائرية الملساء للقناة . ووجود الكالسيوم الضروري لتقلص تلك العضلات، وهي في طريقها إلى الرحم . والنطفة التي أصبحت بداخل البويضة بكامل أجزائها لدى الإنسان، تكون قد اخترقت طبقات عدة محيطة بالبويضة، أول طبقة تواجه النطفة عليها اختراقها هي طبقة الإكليل المشع .

يطرح الجسيم الطرفي أنزيم الهياالورونيداز -من ضمن عملية تفاعل الجسيم الطرفي -ورد ذكره سابقاً، ليفكك الترابط الموجود بين خلايا الإكليل المشع، فتعبر النطفة من خلالها وتصل إلى الغشاء الشفيف، الطبقة الثانية التي يجب أن تخترقها النطفة، وبوجود مستقبلات خاصة نوعية على ذلك الغشاء من مركبات بروتينية كربوهيدراتية، تستطيع النطفة أن تلتحم به وتفرز أنزيمات حالة للغشاء الشفيف، مثل الأكروسين acrosin . والاختراق يكون هنا بشكل أفقي، عند ذلك تصل النطفة

إلى الغشاء الثالث، وهو الغشاء السيٲوبلاسمي للبيضة، وهنا تتفعل البيضة - التفاعل القشري - وتشكل مخروطاً لاستقبال النطفة التي بواسطة أنزيماتها الحالة الشبيهة بالترسين، تستطيع أن تحل نقطة التلاقي، ويلتحم غشاء النطفة والبيضة السيٲوبلاسميين وتتشكل قناة تستوعب انتقال كامل النطفة إلى داخل سيٲوبلاσμα البيضة، ويتشكل غشاء الإلقاح الذي يمنع اختراق نطفة أخرى.

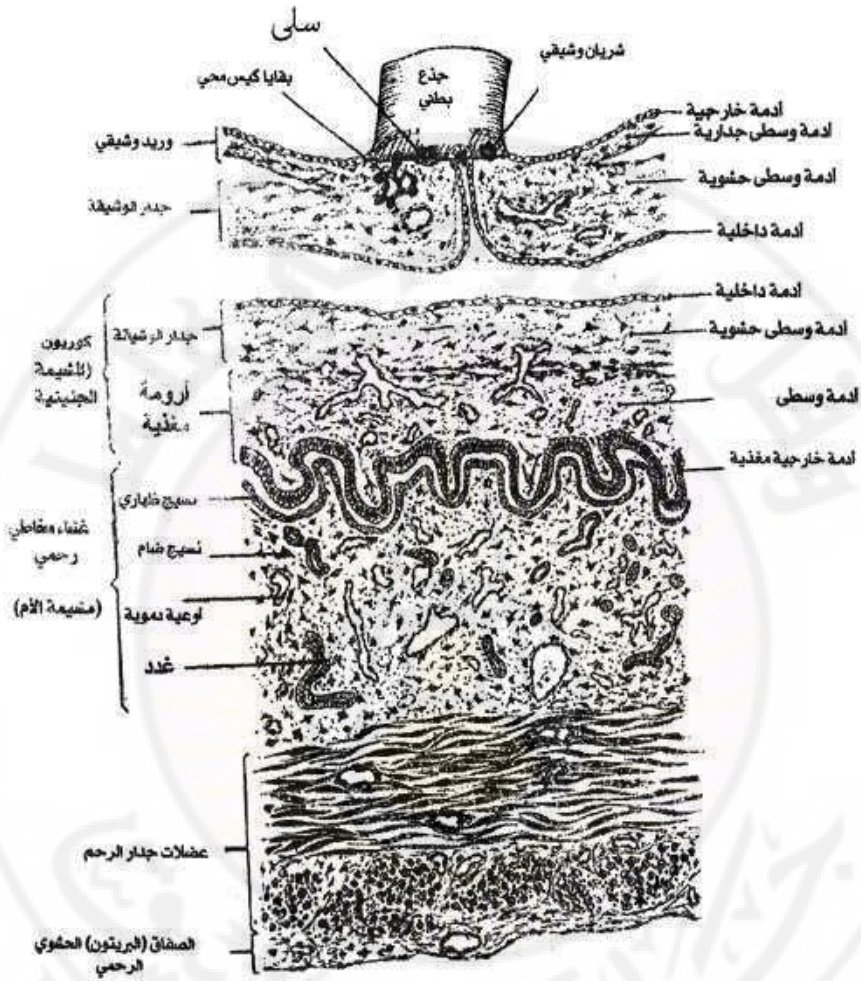
تعاين البيضة الملقحة وهي في طريقها على الرحم عدة انقسامات، ونمط تقسمها كلي متساو .

يقوم أنبوب فالوب بتقديم الغذاء، وتوفير الوسط الحيوي اللازم لانتقال البيضة الملقحة واللازم لانقساماتها إلى أن تصل إلى الرحم في نهاية الأسبوع الأول تقريباً بعد الإلقاح وهي في مرحلة الحويصل الأصل . وهنا تحدث عملية الإنغراس **implantation** .

والإنغراس هو تثبيت الجنين، وهو في مرحلة الحويصل الأصل بجدار الرحم . وقد يحدث هذا الإنغراس سطحياً دون أن يغوص الجنين إلى أعماق مخاطية الرحم كما في المجترات، أو أن يكون عميقاً كما في الإنسان وبعض القوارض والكلاب والخفاش.

ويتم الإنغراس لدى الإنسان في القسم العلوي من الرحم « الوجه الظهري لجدار قعر الرحم من قطبه الحيواني (القطب الجنيني) » من خلال اجتياح خلايا الأرومة المغذية ذات المقترن الخلوي (بقابلها المشيم لدى الطيور) . والتي تفرز أنزيمات تحل الأنسجة الرحمية : النسيج الظهاري، والنسيج الضام وتصل إلى

بطانة الأوعية الدموية لتخربه، وتصبح على تماس مع دم الأم وبالطبع يتم تجديد الخلايا التي تخربت إثر عملية الإنغراس وتستطيع بذلك أن تنقل المواد الغذائية من دم الأم إلى دم الجنين من خلال فجوات تلك الأرومة التي تمتلئ بالدم، وتستمر حتى نهاية الأسبوع الثاني من الحمل، عندئذ تظهر زغابات منتظمة على سطح تلك الأرومة، ويخترقها نسيج ضام وأوعية دموية جنينية وهي فروع من الأوعية الدموية الوشيقية وتدعى بالزغابات المشيمية . وتقوم هذه الزغابات بتمتين تثبيت الجنين بالكامل في جدار الرحم وتشارك نسيج الجنين في تشكل المشيمة **placenta** من خلال ؛ الزغابات المشيمية . ونسج الأم من خلال نسيج الجدار الرحمي الغني بالأوعية الدموية . وتقوم بنقل المواد الغذائية اللازمة من دم الأم إلى دم الجنين، وهذا الاتصال بين جسم الجنين وجسم الأم يدعى بتشكيل المشيمة **placentation** أما المشيمة فهي البنية التي شاركت في تكونها نسيج الجنين ونسج الأم (الشكل: 71).



الشكل (71) مخطط تمثيلي يوضح بنية المشيم (الكوريون)

وعلاقته بجدار الرحم لدى حيوان الخنزير

التقسم وتشكل الحويصل الأصل

تنقسم البويضة الملقحة وهي في طريقها إلى الرحم في القناة الناقلة للبيوض، ويتم الانقسام الأول بعد 30 ساعة من الإلقاح تقريباً، ونمط التقسم كلي متساو، بيد أن الطريق الذي تسلكه خلال تناميها لإعطاء فرد جديد، يشبه، تلك التي تسلكه بيوض ملقحة ذات المح الغزير، ونمط تقسمها جزئي قرصي، وهذا إن دل على شيء فإنه يدل على أن أسلاف هذه الكائنات كانت تمتلك محاً غزيراً في بيوضها وإن هذه المتعضيات تردد صفات أسلافها خلال تاريخها النوعي.

تعطي نتيجة الانقسام الأول، خليتي أصل متساويتين لحد ما، إذ إن خلية أكبر بقليل من الخلية الثانية، وبعد هذه المرحلة ينعدم التوافق، حيث إن خلية تنقسم بسرعة تختلف عن سرعة انقسام الخلية المجاورة، ولذلك نرى لدى الأرنب 3 خلايا عندما يكون الانقسام الثاني استوائياً في إحدى الخليتين و 4 خلايا عندما يستمر الانقسام في مستوى نصف نهاري في الخلية الثانية.

وبعد مرور 40 ساعة من الإلقاح، ولدى الإنسان تتشكل أربع خلايا أصل . وتوالي الانقسامات بصورة غير منتظمة، وتشكل ثماني خلايا أصل بعد مرور 50 ساعة من الإلقاح . عند اقترابها من منطقة الرحم، تكون في مرحلة 12 - 16 خلية وذلك خلال 3 أيام، وبعد مرور 4 أيام من الإلقاح، تكون قد وصلت بالقرب من تجويف الرحم وهي في مرحلة التويئة morula، ذات خلايا مترابطة ومتراصة، ولا تزال محاطة بالغشاء الشفاف، وتحرر منه في اليوم الخامس.

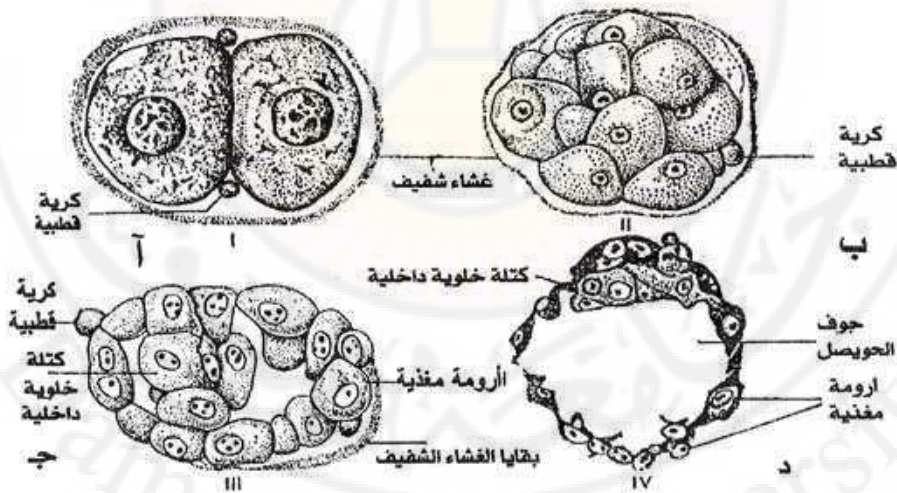
نلاحظ منذ مرحلة مبكرة تمايز الخلايا إلى مجموعتين:

أ - الخلايا التي تغلف التويئة خارجياً، هي خلايا سطحية محيطية، صغيرة الحجم، سريعة التقسم ذات صف واحد من الخلايا تدعى بالطبقة المغلفة، وستكون فيما بعد الأرومة المغذية trophoblast، التي تعطي الأغشية خارج جنينية، وعلى عاتقها تقع مسؤولية الإنغراس وتشكل المشيمة.

ب - وفي المركز، كتلة الخلايا الداخلية (خلايا القرص الأصل)، كبيرة الحجم، بطيئة التقسم، ضعيفة الارتباط فيما بينها وتشكل جسم الجنين.

في اليوم الخامس من الإلقاح، تبدأ الفضوات بالظهور بين الخلايا، ولهذا فإن السائل الرحمي ينفذ إلى تلك الفضوات، ويسهم في توسعها، حيث تتصهر تلك الفضوات في فجوة واحدة، وتشكل جوفاً بين الأرومة المغذية وكتلة الخلايا الداخلية المركزية، ويبقى الاتصال ما بين هاتين المجموعتين في موقع واحد فقط هو الجانب الظهري للجنين.

الجوف المتشكل يُطلق عليه اسم جوف الحويصل الأصل blastocyst cavity والجنين في هذه المرحلة يدعى بالحويصل الأصل blastocyst .
يبدأ هذا الحويصل الأصل بالتثبت بجدار الرحم وذلك في اليوم السادس من الإلقاح (الشكل :72).



أ - مرحلة الخليتين. ب - مرحلة التوتية .

ج - مرحلة الحويصل الأصل مبكرة. د - مرحلة الحويصل الأصل

الشكل (72) التقسم وتشكل الحويصل الأصل لدى جنين الإنسان

وتكون هذه الأرومة المغذية، غنية بالسكاكر المتعددة المخاطية وفقيرة RNA والفوسفاتاز القلوية، بينما الكتلة الخلوية الداخلية، غنية بـ RNA والفوسفاتاز القلوية، وفقيرة بالسكاكر المتعددة المخاطية.

وتنقسم خلايا الأرومة المغذية في هذه المرحلة، بسرعة، وتتمايز إلى مجموعتين من الخلايا:

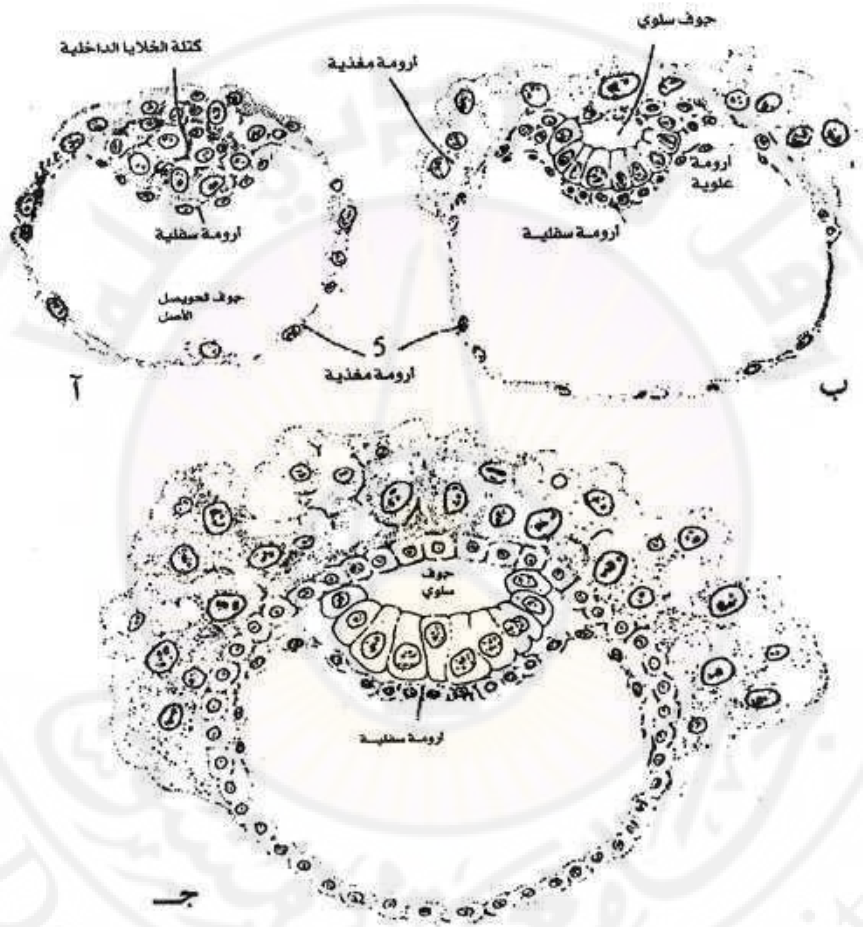
أ - مجموعة خلوية قريبة من جسم الجنين، تدعى بالأرومة المغذية الخلوية cytotrophoblast.

ب - مجموعة خلوية غير كاملة، قريبة من مخاطية الرحم، تدعى بالأرومة المغذية ذات المقترن الخلوي syncytiotrophoblast.

ومع بداية الأسبوع الثاني من الإلقاح تقوم الأرومة المغذية ذات المقترن الخلوي، بتشكيل استطلاعات تغزو بها بطانة الرحم، وتمتن إنغراس الجنين فيه، فيما بعد تشكل زغابات منتظمة تنتشر على كامل سطح الحويصل الأصل .

تتمايز الكتلة الخلوية الداخلية أيضاً إلى طبقتين خلويتين، علوية، كبيرة الحجم وموشورية الشكل، هي الأرومة العلوية Epiblast وسفلية، صغيرة الحجم ومكعبة الشكل، هي الأرومة السفلية Hypoblast مقابل جوف الحويصل الأصل (الشكل: 73).

وهذه البنية تذكرنا كثيراً بجنين الطيور في مرحلة تكون الأرومتين العلوية والسفلية (خلايا القرص الأصل) والجوف تحت القرص الأصل، وينحدر أصل الأرومة السفلية، إما من الكتلة الخلوية الداخلية (كما في الإنسان والخفاش والنعجة) أو من الأرومة المغذية (كما في الجرذ).



أ - جنين إنسان بعمر 6 أيام.

ب - جنين إنسان بعمر 7 أيام

الشكل (73) الحويصل الأصل وانغراسه في جدار الرحم
ونشكل الجوف السلوي

تشكل السلى والجوف السلوي

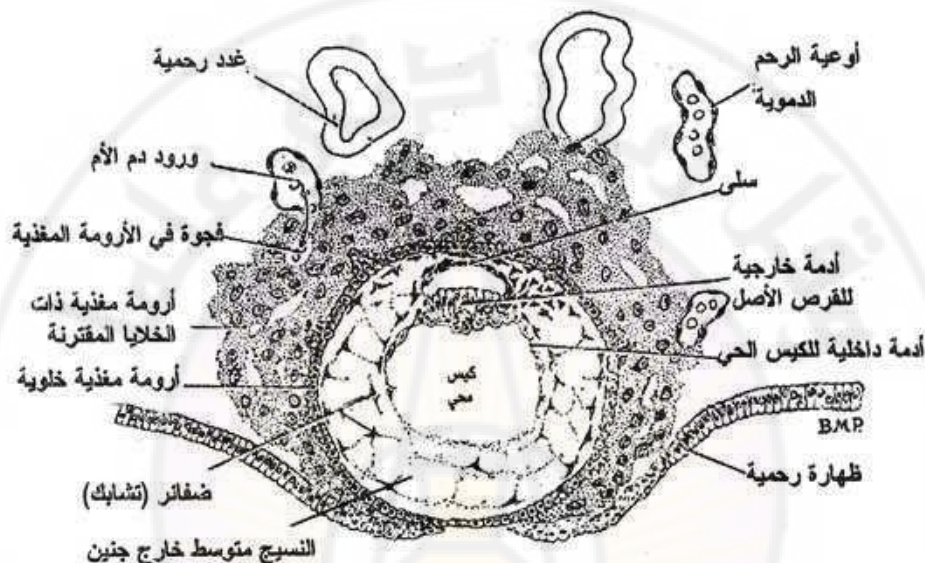
مع بداية الأسبوع الثاني، يظهر حيز صغير، يتوسع تدريجياً بين خلايا القرص الأصل والمتمثلة هنا بالأرومة العلوية، وبين الأرومة المغذية الخلوية، ويشكل جوفاً يدعى بالجوف السلوي amniotic cavity فيه سائل سلوي شفاف غني بالأملاح المعدنية ومواد أنزيمية أخرى فرزته السلى وارتشاحات الأوعية الدموية للجنين. والأرومة المغذية الخلوية التي تحدد الجوف السلوي من الأعلى، هي الآن السلى. ويعتقد البعض أن السلى هذه مصدرها خلايا الأرومة العلوية، وليست الأرومة المغذية (الشكل:73).

تشكل الكيس المحي والنسيج المتوسط خارج جنيني

في الوقت الذي يتم فيه تشكل الجوف السلوي، يزداد تقسم خلايا الأرومة السفلية لتنتشر متجهة إلى أسفل جوف الحويصل الأصل من كلا الجانبين، وتحيط به، وبذلك تبطن الأرومة المغذية من الداخل، ويأخذ هذا الجوف اسماً جديداً هو الجوف المحي أو الكيس المحي الأولي primary yolk sak إذا يكون جدار هذا الكيس مؤلفاً من خلايا الأدمة الداخلية مضاعفة بخلايا الأرومة المغذية، وسمي بالكيس المحي بالرغم من عدم وجود المح بداخله، تيمناً بأسلافه، حيث إن شكله يشبه إلى حد ما تشكل الكيس المحي لدى الزواحف والطيور.

بعد ذلك تؤدي خلايا الأرومة المغذية بانقساماتها العديدة إلى تكون النسيج المتوسط خارج جنيني (أدمة وسطى خارج جنينية) كما في الإنسان والقردة، وتنتشر بداخل الكيس المحي ورغم ذلك فإن خلايا الأدمة الداخلية لا تتوانى في تشكيل كيس محي آخر هو الكيس المحي الثانوي، حيث إنها تصر هذه الأدمة في

ترديد صفات أسلافها، وإعطاء أهمية ما لهذا الكيس، يأتي ذكره لاحقاً، يتوسع هذا الكيس المحي الثانوي مع كبر حجم الجنين، وازدياد حجم الجوف السلوي (الشكل: 74).

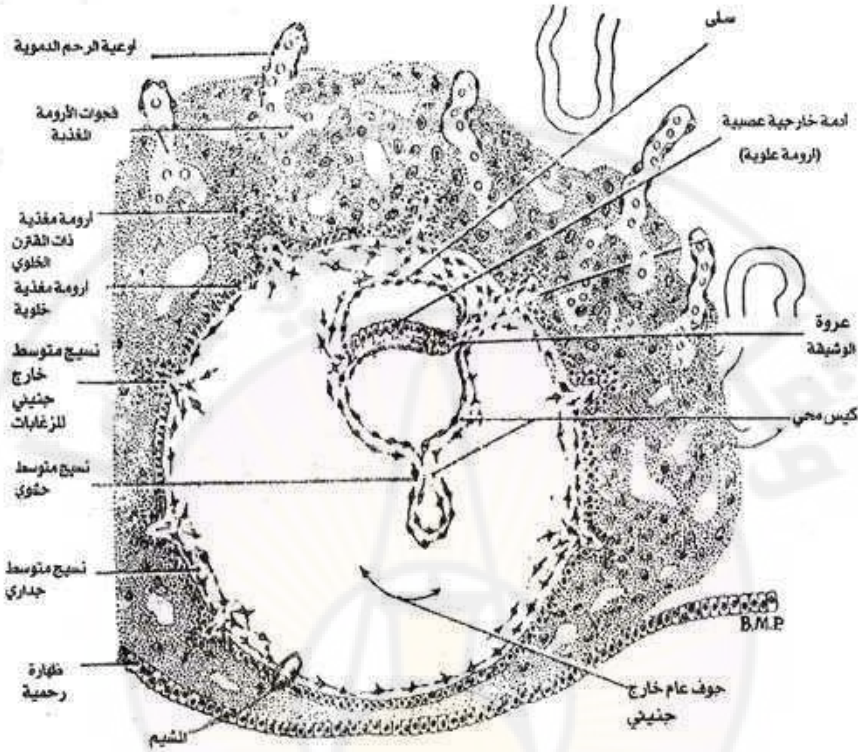


الشكل (74) مقطع لجنين إنسان بعمر 9-10 أيام

وفي نحو 13 يوماً من الإلقاح تأخذ خلايا النسيج المتوسط خارج جنيني بالانفصال إلى طبقتين الأولى تغطي الأرومة المغذية من الداخل، والثانية تغطي الأدمة الداخلية المشكلة للكيس المحي من الخارج وما بينهما هو الجوف العام خارج جنيني، وهذا يذكرنا بانشقاق الصفحة الجانبية إلى طبقتين عند الطيور. وعند ابتعاد خلايا السلى عن الأرومة المغذية، تحتل خلايا النسيج المتوسط خارج جنيني.

الفراغ المتشكل بينهما، وتحيط به (الشكل: 75).

وقد يشق هذا النسيج المتوسط الثانوي من خلايا القرص الأصل كما لدى الخفاش.



الشكل (75) مقطع لجنين إنسان بعمر 13 يوم

المشيم Chorion

عند انفصال النسيج المتوسط خارج جنيني إلى طبقتين، فإن إحدى هاتين الطبقتين امتدت على الوجه الداخلي للأرومة المغذية الخلوية، وأعطت ما يسمى بالمشيم، إذا المشيم مكون من خلايا الأرومة المغذية الخلوية من جهة الخارج، وخلايا النسيج المتوسط خارج جنيني من جهة الداخل، لذا المشيم يعد غلافاً عاماً لجسم الجنين . ويزداد حجم الأجواف وانسياب النسيج المتوسط خارج جنيني فوق السلى، فإن المشيم يصبح مبطناً بالسلى (الشكل:75).

من خلال ما تقدم ذكره نستطيع أن نقارن ما بين تشكّل السلى والمشيم لدى جنين الطيور وتشكّل السلى والمشيم لدى جنين الثدييات الحقيقية . يتم تشكّل السلى والمشيم لدى جنين الطيور والزواحف وبعض الثدييات كالمجترات، والأرانب والخنزير عن طريق الانثناءات السلوية، بعد تشكّل المعيدة . ويرافق تشكّل المشيم مع تشكّل السلى.

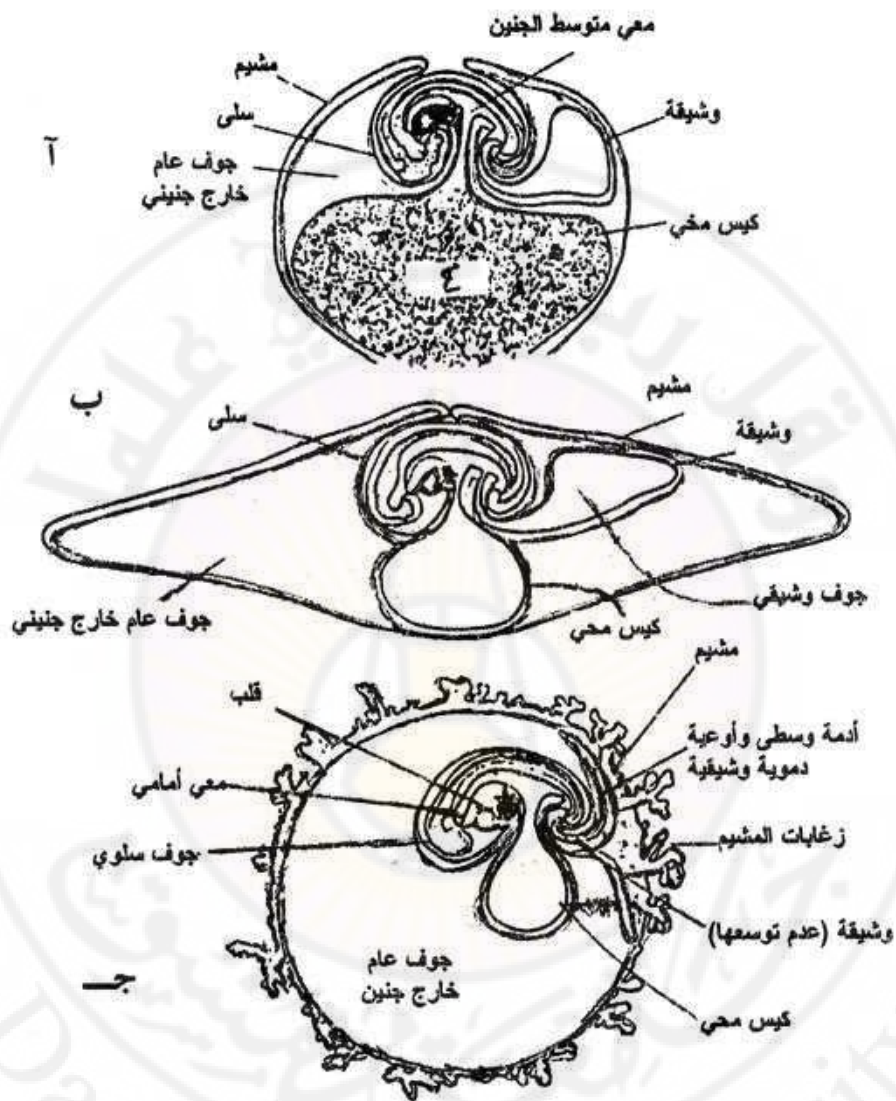
في حين يتم تشكّلها لدى جنين الإنسان والرئيسات العليا وبعض آكلات الحشرات والخفاش عن طريق التجوف، قبل تشكّل المعيدة، ولا يترافق تشكّل السلى مع تشكّل المشيم (الشكل: 76).

والسبب كما هو معروف لوجود مح لدى جنين الزواحف والطيور، وعدم وجوده لدى الثدييات الحقيقية، مما يستدعي نشوء تلك البنى لإقامة اتصال مباشر مع جسم الأم لتقديم الغذاء اللازم للجنين.

و تقابل الأرومة المغذية هنا المشيم لدى جنين الطيور، ولكن الأرومة المغذية تشكّلت في وقت مبكر جداً، قبل المعيدة بينما المشيم لدى جنين الطيور تشكّل بعد مرحلة المعيدة، والسبب يعود إلى عدم وجود المح في الثدييات الحقيقية، وعلى عاتقها يقع إقامة اتصال مباشر مع نسيج الأم في مرحلة مبكرة لتوفير الغذاء للجنين.

وأوجه التشابه تكمن في الأدمات التي تتشكّل منها الملحقات الجنينية، حيث لدى جنين الثدييات كالإنسان والرئيسات العليا:

- السلى: تتألف من أرومة مغذية (أدمة خارجية خارج جنينية)، ونسيج متوسط خارج جنيني (أدمة وسطى جدارية خارج جنينية).
- المشيم: تتألف من أرومة مغذية، ونسيج متوسط خارج جنيني.
- الكيس المحي: يتألف من أدمة داخلية مضاعفة بنسيج متوسط خارج جنيني (أدمة وسطى حشوية خارج جنينية).



آ - جنين الطيور ب - جنين الخنزير ج - جنين الإنسان

الشكل (76) مخطط يبين مقارنة في تشكّل الملحقات الجنينية

وظائف الكيس المحي

- 1- لوجود النسيج المتوسط خارج جنيني على جدار الكيس المحي، فإنه يمثل مصدراً لتشكيل عناصر الدم قبل أن تنتقل تلك الوظيفة إلى الكبد، ونقي العظام وبالتالي توفر الغذاء والتنفس للجنين في الأيام الأولى من الحمل .
- 2- تشتق الخلايا الجنسية الأولية من الأدمة الداخلية المحيطة بالكيس المحي.

وظائف الجوف السلوي والسلي

- 1- يؤمن النمو الطبيعي للجنين بوجوده ضمن السائل السلي مما يسمح له بالحركة الطبيعية.
- 2- يمنع عن الجنين الجفاف.
- 3- حماية الجنين من الصدمات والاهتزازات .
- 4- تسهيل عملية الولادة والسائل السلوي هو سائل ترطيب وتطهير في الوقت نفسه.

تشكل الوشيقة (السقاء) Allantois

تشكلها مشابه لما ورد ذكره في جنين الطيور والزواحف. ينطلق رطب صغير من المعى الخلفي المحاط بأدمة داخلية مضاعفة بنسيج متوسط خارج جنيني، ولا يحتاج لأن يتوسع كما في جنين الطيور والزواحف وبعض الثدييات الأخرى كالماعز، والحوافر، وآكلات اللحم لأن الوشيقة تفقد وظيفتها كمثانة بولية. حيث إن أعضاء الأم الإطراحية تقوم بتلك الوظيفة.

وإن الأوعية الوشيقية التي يشكلها النسيج المتوسط الخارج جنيني، تقوم بنقل الأوكسجين والمواد الغذائية من دم الأم إلى نسيج الجنين، وتضمحل الأدمة الداخلية تدريجياً، ويبقى منها فقط جزء قليل، كجسر ممتد من المشيم إلى جسم الجنين. ولا تصل إلى بنية المشيمة.

وعند تراجع دور الكيس المحي، بنقل الغذاء والأكسجين عبر الأوعية المحية، فإن الأوعية الوشيقية تقوم بهذا الدور (الشكل:77).

والأوعية الدموية الوشيقية تمتد إلى داخل الزغابات المشيمية، وتعد مصدراً للعناصر الدموية مثلها مثل الكيس المحي.

وأخيراً تتحول الأوعية الوشيقية إلى أوعية سرية وبالتحديد وريد سري .

الحبل السري

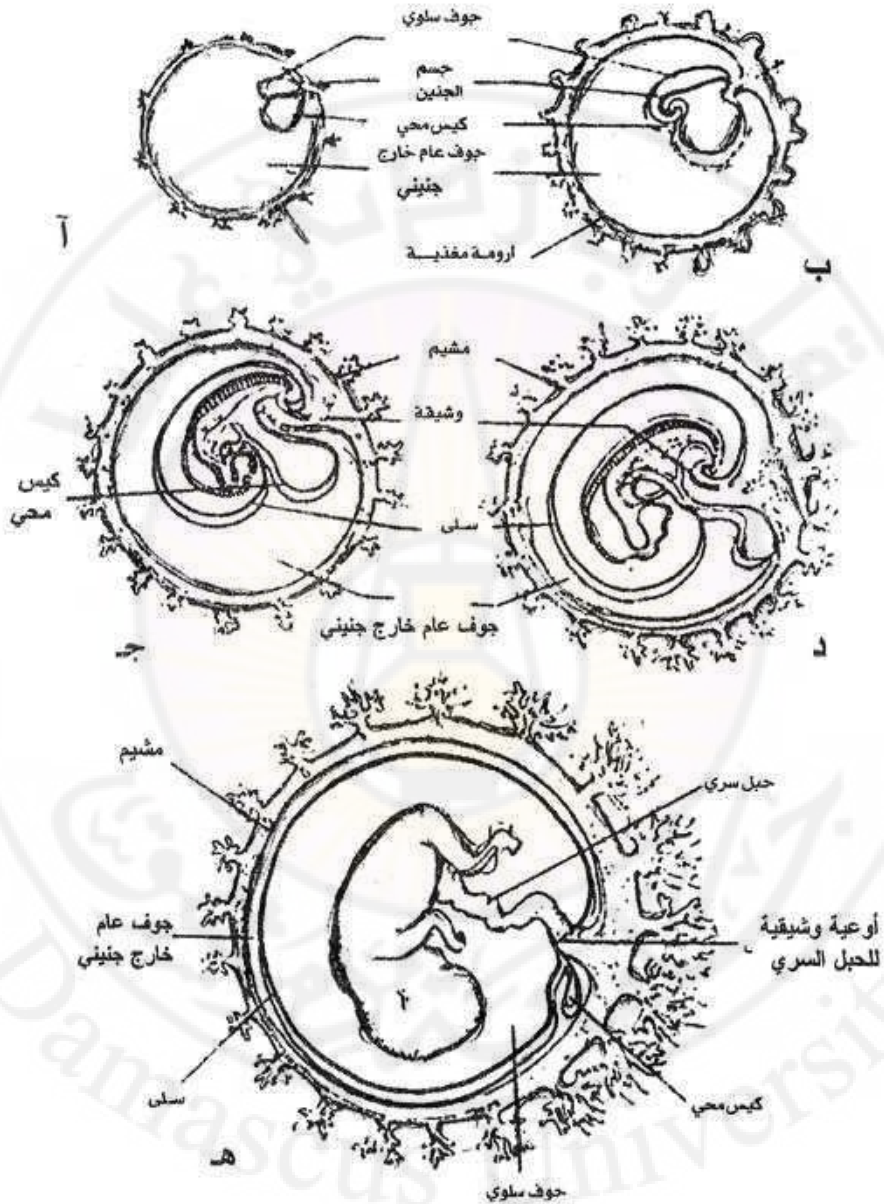
يتكون في الناحية البطنية للجنين من خلال سرة الجنين، تمتد إليها السويقة الوشيقية، والسويقة المحية وتتضمن شريانين سريين ووريد سري، وتحاط بطبقة رقيقة من السلى وتكون على شكل ضفيرة تربطها مع المشيمة . وسبب ذلك أن الأوعية الدموية تكون أطول من الحبل السري فتلتف فيه لولبياً.

متوسط طوله لدى الإنسان ≈ 60 سم.

تشكل المعيدة

مراحل تشكل المعيدة لدى الثدييات بما فيها الإنسان، تخطو إلى حد ما خطوات تشكل المعيدة في الطيور نفسها، بالرغم من أن بيوض الثدييات الحقيقية عديمة المح، وتقسمها كلي متساو، إلا أنه في مرحلة المعيدة، يتشكل خط ابتدائي، كما في جنين الطيور والزواحف، وذلك في اليوم الخامس عشر تقريباً من الإلقاح، ولها ميزات الخط الابتدائي . لدى جنين الطيور نفسها، ميزابة ابتدائية، انثنان ابتدائيان، وتنتهي بعقدة هنسن من الأمام.

وتتشكل الأدمات الثلاث تقريباً بالطريقة نفسها التي ذكرناها لدى دراسة جنين الطيور ونكتفي بذلك منعاً للتكرار.



الشكل (77) مقاطع تمثيلية توضح التشكل المبكر

للملحقات الجنينية وعلاقتها بجسم الجنين

أنماط المشيمة

إن المشيمة كما ذكرنا، هي بنية مكونة من نسج الجنين، المتمثلة بالزغابات المشيمية ونسج الأم، المتمثلة ببطانة الرحم . ويقع على عائق المشيمة، مهمة نقل المواد الغذائية من دم الأم إلى دم الجنين، تصبح هذه البنية فعالة بوجود عاملين اثنين، الأول، هو زيادة سطح التماس والمتمثل بوجود زغابات مشيمية والمحتوية على أنسجة ضامة وأوعية دموية.

والعامل الثاني، هو، إنقاص الطبقات النسيجية التي تفصل بين دم الأم ودم الجنين .

وتبعاً لكل عامل، تكون أنماط المشيمة.

1- أنماط المشيمة تبعاً للعامل الأول، أي وفق توضع الزغابات المشيمية على سطح المشيم وتوزعها:

أ- نمط المشيمة المنتشرة Diffuse Placenta

تنتشر الزغابات المشيمية، بشكل منتظم على كامل سطح المشيم مثل، الفرس والناقة، وبشكل غير منتظم مثل الخنزير .

ب- نمط المشيمة الفلقية Cotyledonary Placenta

تتوضع الزغابات، على سطح المشيم على شكل مجموعات، تدعى بالفלקات، وبذلك سطح المشيم فيها مناطق مغطاة بالزغابات الفلقية، ومناطق أخرى مجردة منها (ملساء)، وقد تكون الفלקات محدبة كما في الأبقار، أو مقعرة كما في الماعز، أو مستديرة كما في الأغنام.

ج- نمط المشيمة النطاقي Zonary Placenta

تتجمع الزغابات على سطح المشيم، على شكل نطاق أو حزام في وسط الحويصل الأصل كما في اللوامح.

د- نمط المشيمة القرصية Dicoidal placenta

لدى الإنسان والرئيسات العليا كالقردة والقوارض، تنتشر الزغابات المشيمية في المراحل الأولى على سطح المشيم، وفي مراحل نالية وعند ازدياد حجم الجوف السلوي يصعب وصول الدم إلى تلك الزغابات البعيدة عن جسم الجنين، والقريبة من لمعة الرحم، مما يستدعي إلى ضمور هذه الزغابات تدريجياً.

وإبقائها في جانب واحد على شكل قرص فوق المنطقة الظهيرية من الجنين.

2- أنماط المشيمة تبعاً للعامل الثاني، أي وفق الطبقات النسيجية

التي تزيلها الزغابات المشيمية:

تتوضع الطبقات النسيجية التي تفصل بين دم الأم ودم الجنين على الشكل

التالي:

- 1- دم الأم.
- 2- بطانة الأوعية الدموية للأم.
- 3- النسيج الضام حول الأوعية الدموية للأم.
- 4- الظهارة الرحمية.
- 5- ظهارة المشيم .
- 6- النسيج الضام للمشيم .
- 7- بطانة الأوعية الدموية للمشيم .
- 8- دم الجنين .

آ- نمط المشيمة المشيمية الظهارية Epithelio chorial placenta

تكون جميع هذه النسيج المذكورة أعلاه موجودة، أي تلامس ظهارة المشيم، الظهارة الرحمية، دون أن تنغرس، كما في الخنزير والفرس والناقة والفيل، والحويتات، وهنا تستقر الزغابات في حفر حبيبية على الجدار الرحمي.

ب- نمط المشيمة المشيمية الضامة *Conjunctivo chorial placenta*

تخرب الأرومة المغذية، الظهارة الرحمية فقط، وتتغرس هذه الزغابات إلى جدار ما بطانة الرحم، دون تخريب النسيج الضام الرحمي، إذ تلامسه فقط. كما في المجترات.

ج- نمط المشيمة المشيمية البطانية *Endothelial Chorial Placenta*

يشمل التخريب، الظهارة الرحمية، والنسيج الضام الرحمي، وتصل تلك الزغابات إلى بطانة الأوعية الرحمية كما في اللوامح (قطط، كلاب، وغيرها).

د- نمط المشيمة المشيمية الدموية *Haemo Chorial Placenta*

يمتد التخريب ليشمل الظهارة الرحمية، والنسيج الضام الرحمي، وبطانة الأوعية الدموية وتصل الزغابات إلى الدم لتغوص فيه، كما لدى الإنسان والقردة وبعض آكلات الحشرات، والخفاش، والقوارض.

3- أنماط المشيمة تبعاً لطبيعة الولادة

آ- نمط المشيمة اللاساقطة *Nondeciduous placenta*

كما في الأنواع التي فيها نمط المشيمة المشيمية الظهارية، والمشيمة المشيمية الضامة. حيث تكون الولادة غير مصحوبة بنزف دموي، ولا يحدث انسلاخ للغشاء المخاطي الرحمي، إذ يتم طرح القسم الجنيني من المشيمة فقط.

ب- نمط المشيمة الساقطة *Deciduous Placenta*

كما في الأنواع التي فيها نمط المشيمة المشيمية البطانية، والمشيمة المشيمية الدموية، حيث تكون الولادة مترافقة مع نزف دموي، ويحدث انسلاخ جزء من مخاطية الرحم، وتطرح مع الولادة وتدعى بالساقطة.

وظيفة المشيمة

تلعب المشيمة دورين، دوراً كغشاء نصف نفوذ، ودوراً كغدة صماء .

آ - بالنسبة للدور الأول تقوم المشيمة بالوظائف التالية:

نقل المواد المختلفة، كالماء والأكسجين والأملاح المعدنية، والساكرات الأحادية عن طريق الانتثار البسيط أو النقل المنفعل.

بينما تُنقل المواد ذات الجزيئات الأكبر كالفيتامينات والهرمونات عن طريق النقل الفعّال، وتنتقل الجزيئات الأضخم مثل البروتينات عن طريق الامتصاص الخلوي Pinocytosis كذلك تعبر المضادات الحيوية وبعض الأدوية الأخرى عن طريق هذه الآلية.

ب - بالنسبة للدور الثاني، كغدة صماء تقوم المشيمة بالوظائف التالية:

1- تفرز المشيمة الهرمونات الستيروئيدية كالاستروجين، والبروجسترون، ويزداد إنتاجهما من قبل المشيمة عندما يتراجع الجسم الأصفر وتقل هرمونات المبيض تدريجياً، مع بداية الشهر الرابع، ويعدّ توازن هذين الهرمونين ضروري في الأشهر الأولى من الحمل للاحتفاظ به، وعدم توازنهما ضروري في الأشهر الأخيرة من الحمل تؤدي في النهاية إلى الولادة (انخفاض في كمية البروجسترون وازدياد في كمية الاستروجين).

2- تفرز المشيمة الهرمونات البروتينية :

آ - الهرمون التتاسلي الكوريوني البشري

Human Chorionic gonatotrophin (H.C.G)

الذي له تأثير مشابه لهرمون H.L ويستدل على وجوده في بول المرأة الحامل، ويشرف على نمو الجسم الأصفر إلى أن يتراجع.

ب- تفرز المشيمة الهرمون البدني الندي الكوريوني البشري.

Human Chorionic Somatomamotropin hormon

اختصاراً (H. C. S) وعمله يشبه عمل هرمون البرولاكتين حيث يقوم بتنشيط الغدة الثديية.

تم بعونه تعالى

المصطلحات العلمية

- A -

actin	بروتين الأكتين
airea pellucida	باحة شفيفة
airea opoca	باحة عاتمة
airea vasculose	باحة وعائية
airea vitelline	باحة محية
allantois	الوشيقة
albumen	الألبومين (البياض)
amnion	السلى
amniota	السلويات
amniotic cavity	جوف سلوي
aminotic fluid	سائل سلوي
annelida	الحلقيات
antifertilizin	مضاد الفرتيليزين
anterior intesinal protal	منفذ معوي أمامي
artificial parthenogenesis	تكون بكري صناعي
arthropoda	مفصليات الأرجل
archenetron	معي ابتدائي

asexual reproduction

تكاثر لا جنسي

-B-

blastocoele

الجوف الأصل

blastula

الأصيلة

blastodis

لقرص الأصل

blastopore

المنفذ الأصل

blastocyst

الحويصل الأصيل

blastocyst cavity

جوف الحويصل الأصل

blood island

الجزر الدموية

budding

التبرعم

-C-

centrolecithal

مركزية المح

chalazae

البريم

chordata

الحبليات

corona radiata

الأكليل المشع

cortical reaction

التفاعل القشري

coeloblastula

أصيلة مجوفة

corpus hemerrhagicum

الجسم الأحمر

corpus luteuhm

الجسم الأصفر

corpus albicans

الجسم الأبيض

coelome

الجوف العام

cotytedonary placenta

مشيمة فلقية

conjunctivo chorial placenta

مشيمة مشيمية ضامة

conic

مخروط

cleavage	التفلق، التقسم
cytotrophoblast	أرومة مغذية خلوية
cyncytiotrophoblast	أرومة مغذية ذات مقترن خلوي
cuticle	البشرة

-D-

deciduous placenta	مشيمة ساقطة
definitive primitive streak	الخط الابتدائي النهائي
dermatom	قطعة أدمية
deuterostomia	ثانويات الفم
dicoidal placenta	مشيمة قرصية
diencephalon	دماغ بيني
diffuse placenta	مشيمة منتشرة
diploid	صبغة صبغية ضعفانية أو مضاعفة
discoblastula	أصيلة قرصية
distal centriol	المركز البعيد

-E-

early primitive streak	الخط الابتدائي المبكر
echinodermata	شوكيات الجلد
ectoderm	الأدمة الخارجية
endothelium	بطانة
endocardium	القلب الداخلي (الشفاف)
endothelial chorial placenta	مشيمة مشيمية بطانية
enteropneusta	معويات التنفس
endoderm	الأدمة الداخلية
epiblast	أرومة علوية

epimyocardium	العضلة القلبية الخارجية
epithelio chorial placenta	مشيمة مشيمية ظهارية
equatorial	استوائياً
erythroblast	الأرومة الحمراء
estrogen	هرمون الاستروجين
eutheria	تدبيبات حقيقية
extra-embryonic membranes	الأغشية خارج جنينية

-F-

female pronucleus	نواة بدئية أنثوية
fertilization	إلقاح
fertilizin	مادة الفرتيليزين
follicle stimulating hormone	هرمون منشط للجريب
foregut	معي أمامي

-G-

gemmules formation	تشكل الدريرات
germinal disc	القرص المنشأ
golgi rest	بقية غولجي
glycoprotein	بروتين السكري

-H-

haemo chorial placenta	مشيمة مشيمية بطانية
head proceas	استطالة رأسية
hemichordata	أنصاف الحبلديات
hind gut	معي خلفي
histones	هستونات
holoblastic	تقسم كلي

human chorionic gonadotrophin

هرمون تناسلي كوريوني بشري

Human choriounic
somatomammotropin

هرمون بدني ثديي كوريوني بشري

hyaline layer

طبقة زجاجية

hypoblast

أرومة سفلية

-I-

immigration

تشكل المعيدة بالهجرة

implantation

الانغراس

invagination

تشكل المعيدة بالانخماص

-L-

lateral plate

صفحة جانبية

luteinizing hormone

هرمون مشكل للجسم الأصفر

lutetrophic hormone

هرمون مغذي للجسم الأصفر

-M-

male pronucleus

نواة بدئية ذكرية

morula

التوتينة

edium primitive streak

الخط الابتدائي المتوسط

megalecithal

غزيرة المح

meridional

نصف نهاري

meroblastic

تقسم جزئي

mesolecithal

متوسطة المح

mesoderm

الأدمة الوسطى

mesencephalon

دماغ متوسط

metencephalon

دماغ تالي

metatharia

ثدييات توالي

mindgut

معي متوسط

morphogenetic movement

الحركات المؤدية للتشكل

mollusca	الرخويات
mucopolysaccharide	سكريات متعددة مخاطية
myelencephalon	دماغ نخاعي
myotome	قطعة عضلية

-N-

natural parthenogenesis	التكون البكري الطبيعي
neurulation	تشكل العصبية
neural plate	الصفحة العصبية
neural folds	انثناء عصبي
neural groove	الميزابة العصبية
neural tube	الأنبوب العصبي
neural crest	العرف العصبي
nephrotome	قطعة كلوية
nonoleciduous placenta	مشيمة لا ساقطة
notochord	الحبل الظهري

-O-

oligolecithal	قليلة المح
oogenesis	تشكل الأعراس الأنثوية
oogonia	منسلبات بيضية

-P-

parietal layer	طبقة جدارية
parthenogenesis	التكوين البكري
patterns of Cleavage	أنماط التقسم
perivitelline space	الفضوة حول المح
periblastula	أصيلة محيطية

placentation	تشكل المشيمة
placenta	المشيمة
pluteus	يرقة بلوتوس
prechoral plate	الصفحة أمام الحبل
primary mesenchyme	نسيج متوسط أولي
primary blastocele	الجوف الأصل الأولي
primitive groove	میزابة ابتدائية
primary yolk sak	الكيس المحي الأولي
proacrosomal granuls	حببية طليعة الجسم الطرفي
progesterone	هرمون البروجسترون
prototheria	ثدييات أولي
prosencephalon	دماغ أمامي
protostomia	أوليات الفم
proteolytic enzymes	الأنزيمات الحالة للبروتين

-R-

radial cleavage	تقسم شعاعي
regeneration	التجديد
reproduction virginal	التوالد العذاري أو توالد العذراء
rhombencephalon	دماغ خلفي

-S-

sclerotome	قطعة صلبة
secondary mesenchyme	نسيج متوسط ثانوي
secondary blastula	أصيلة ثانوية
secondary blastocoele	الجوف الأصل الثانوي
serosa	المصلي (المشيم)

sero-allantoic membrane	غشاء كوريوني - وشيقي
sexual reprpduction	تكاثر جنسي
short primitive streak	الخط الابتدائي القصير
sinus terminalis	الجيب الانتهائي
somatic mesoderm	أدمة وسطى جدارية
somatopleur	طبقة جدارية
somites	قطع ظهرية
spiral cleavage	تقسم حلزوني
splanchnic mesoderm	أدمة وسطى حشوية
splanchnopleur	طبقة حشوية
steroblastula	أصيلة غير مجوفة
stolon	رئد، رند
subgermiral cavity	الجوف تحت القرص الأصل
subcephalic pocket	جيب تحت رأسي
subcaudal pocket	جيب تحت ذيلي
superficial	سطحي
shell membranes	أغشية القشرة
shell testa	القشرة الكلسية

-T-

taibud	البرعم الذيلي
telencephalon	الدماغ النهائي
telolecithial	نهائية المح
tubulin	بروتين التيوبولين

-V-

visceral layer	طبقة حشوية
----------------	------------

-Y-

yolk plug

سدادة محية

yolk sak

كيس محي

-Z-

zone pellucida

المنطقة الشفيفة

zonary placenta

مشيمة نطاقية



المراجع العربية

- 1- اوبنهايمز ستيفن ب. مقدمة للتكوين الجنيني ترجمة د. رمسيس لطفي منشورات مجمع اللغة العربية الماروني - الأردن ط ١ ١٩٨٣.
- 2- أوستن . س. ر. وشورت . ر. ف التكاثر في الثدييات ١-الخلايا التناسلية والإخصاب، ترجمة د. أحمد بن راشد الحميدي - جامعة الملك سعود ١٩٩٧ ود. فيصل بن محمد أبو طربوش.
- 3- د. أومري ، أميرة ، بحث حول دور العلماء العرب في تطور العلوم الطبيعية" مشاركة المؤتمر السنوي العشرين لتاريخ العلوم عند العرب - جامعة حلب ١٩٩٩.
- 4- تراس. ي-ستورد وزملائه. أساسيات علم الحيوان، ترجمة ومراجعة د. محمد عبد الواحد سليمان ود. رسمي بولس جرجس ود. يحيى السعيد العاصي، الدار الدولية للنشر والتوزيع مصر -القاهرة. ط ٤ ١٩٩٢.
- 5- د. جنيد موفق شريف- علم الجنين - جامعة عمر المختار - البيضاء ١٩٩٨.
- 6- د. الحاج، حميد أحمد- أساسيات علم الأجنة ، منشورات عمادة البحث العلمي - الجامعة الأردنية ١٩٩٧.
- 7- د. الحكيم . محمد عادل . أساسيات علم الخلية والجنين- جامعة حلب ١٩٨١.
- 8- د. خاروف حسن، د. عثمان احمد وزملائهم في جامعة دمشق (ترجمة) - علم البيولوجيا - الجزء الثاني ، المركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر بدمشق ١٩٩٧.

- 9- رزق -هاني - مقدمة في علم الخلية والجنين جامعة دمشق ١٩٨١.
- 10- د. رزق هاني. ود. عثمان محمد -دروس في عملي علم الجنين - جامعة دمشق ١٩٨٣.
- 11- د. زكريا عبد الحميد -فيزيولوجيا الدواجن - جامعة دمشق ١٩٩٠.
- 12- سارتون ، جورج، تاريخ العلم ، ترجمة لفيف من العلماء -دار المعارف بمصر ١٩٥٧.
- 13- د. السبع-محمد مروان-شذرات مضيئة عن علم الحياة الحيوانية في التراث العلمي العربي الإسلامي ، منشورات جامعة حلب، معهد التراث العلمي العربي ١٩٩١م.
- 14- د. الشطي ، أحمد شوكت، مجموعة أساسيات من تاريخ العلوم الطبيعية في الحضارة العربية الإسلامية والمجتمع العربي ١٩٩٤.
- 15- د. عثمان احمد ود.طالو العلبي محي الدين - علم الجنين الطبي - جامعة دمشق ١٩٩٥.
- 16- د. عثمان احمد مصطفى . علم الجنين - الجزء العملي - جامعة دمشق ١٩٩١.
- 17- د.عثمان محمد. د.قاسم عصام. علم الحياة الحيوانية (٢)، منشورات جامعة دمشق (علم الجنين وعلم الوراثة) ١٩٩١.
- 18- د. قباقيبي . د. زهر الدين. د. أومري دجاويش . د. الطواهرة. د. العبد الله وأستاذة نصير - عملي علم الحياة الحيوانية - جامعة دمشق ٢٠٠٠.
- 19- كاروزينا - ايرينا - مبادئ البيولوجيا - ترجمة دار مير - موسكو ١٩٨٢.
- 20- د. كروم محمود - الوجيز في تصنيف علم الحيوان - جامعة حلب ط ١ ١٩٨٠.
- 21- د. ناصر الدين حسن. مبادئ علم الجنين - جامعة تشرين ١٩٩٥.
- 22- لافيراك م.س و دانودج. محاضرات في علم حيوان اللافقاريات ، ترجمة د.عتيق العربي الهوني، منشورات مجمع الفاتح للجامعات ١٩٨٩.
- 23- مجلة عالم الذرة . العدد ٥٠ - تموز - آب ١٩٩٧.

المراجع الأجنبية

- 1-Balinsky .B. An introduction to Embryology 1981.
- 2 - Bodemer W. Modern embryology university of Washington 1971.
- 3 - Carlson. B. Patten's foundations of Embryology. New York 1983.
- 4 - Dollander A. Éléments d'Embryologie flammarion 1999.
- 5 - Rudolf .A. Raff. And Thomas C. Kaufman. Embryos, Genes, and Evolution. London. 1986.

المراجع باللغة الروسية

- 1 – Б. П. Токин : Общая Эмбриология. Москва «Высшая Школа» 1987.
- 2 – Полпредакцией Б. П. Токция : Бесполое Размножение Соматический Эмбриогенез и Регенерация. Издательство Ленинградского Университета, 1972.
- 3 – М. Зуссман : Биология развития . Издательство «Мир» Москва, 1977.
- 4 – Н. А. Манулова: Гистоогия С Основами Эмбриологии. Москва «Просвещение» 1978.
- 5 – Под редакцией д-ра биолог. Наук О. М. Иваиовой – Казас : Практикум по Эмбриологии. Лениинград Издтельство Лениингрдского Университета, 1986.
- 6 – Академия Наук СССР Объекты Биологии Развития. Издательство «Наука» Москва, 1975.
- 7 – Проблемы Биологии Развития : Современные Проблемы Сперматогенеза Издательство. «Наука» Москва, 1982.
- 8 – Ю. П. Антипчук : Гистология С Основами Эмбриологии. Москва « Просвещение» 1953.

