التفلج Cleavage

ان احدى خصائص التكاثر الجنسي تتمثل بمرور البيضة المخصبة في انقسامات خيطية متكررة حيث تنقسم البيضة المخصبة احادية الخلية اولا الى خليتين تنقسمان بدورهما مكونة اربعة خلايا ، وهكذا محولة البيضة الى كرة من الخلايا. تعرف هذه العملية بالتفلج cleavage و الخلايا الناتجة بالفلجات blastomeres.

تتصف عملية التفلج بما يلي:

1- نتيجة للانقسامات الخيطية المتكررة فان خلية واحدة (البيضة المخصبة) تحولت الى كائن متعدد الخلايا.
2- لايقابل عملية الانقسام المتكرر نمواً، ومن ثم فان الفترة الزمنية للطور البيني interphase قصيرة تدخل بعدها الخلايا في انقسام جديد.

3- لايتغير الشكل العام للجنين باستثناء الجوف الأرومي blastcoele.

4- تكون التغيرات التركيبية الكيمياوية محدودة ومقتصرة على تحول مواد سايتوبلازمية الى مواد نووية .

5- تثبت قطبية polarity البيضة اتجاه التفلج والتمايز اللاحق للجنين، كما تبقى المكونات السايتوبلازمية للبيضة محتلة لأماكنها السابقة الى حد كبير و التي كانت عليها في البيضة المخصبه عند بداية التفلج.

6- تكون نسبة حجم النواة الى السايتوبلازم واطئة في بداية الانقسامات، لكنها تزداد لتصل في النهاية الى النسبة الموجودة في الخلايا الجسدية الاعتيادية .

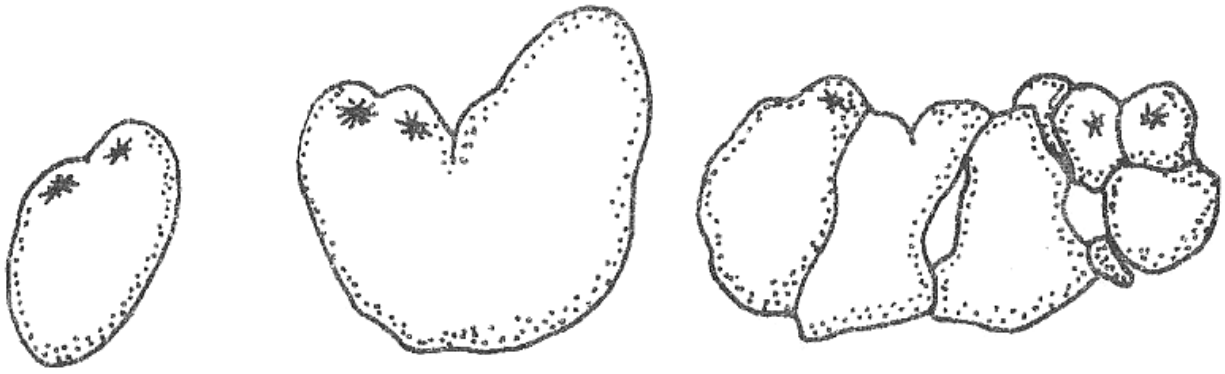
هناك نوهان من التفلج هما :

1- التفلج المحدد determinate cleavage: في هذا النوع من التفلج يتحدد مصير الخلايا التفلجية مبكراً اي ان كل خلية تفلجية او خذمة او فلجة تعطي جزءً محدد من الجنين ويشيع هذا التفلج في اغلب انواع اللافقريات والغلاليات tunicates .

2- التفلج غير المحدد indeterminate cleavage يكون مصير الفلجات غير محدد بحيث يمكن فصل الفلجات عن بعضها في مرحلة الخليتين او الاربع خلايا واحياناً الثمان خلايا الى تكوين اجنة كاملة صغيرة الحجم كما في الحيوانات الراقية.

التفلج المنتظم والتفلج غير المنتظم .

يكون التفلج في كثير من جوفية المعى غير منتظم irregular cleavage اذ تكون مستويات التفلح باتجاهات ليست ذات علاقة بعمليات التكوين الجنين المقبلة فهي مشوهة وعشوائية ولا تتبع نظاما محدداً، اما في الحيوانات الارقى فإن البيضة أصبحت أكثر تنظيما كما تمركزت المعلومات الخاصة بالتكوين الجنيني في مواقع محددة من السايتوبلازم وأصبح التفلج دقيقاً ومنتظماً regular cleavage يعمل على توزيع القدرات الكامنة للبيضة على الخلايا وذلك بتحديد موقعها وأجزاء السايتوبلازم التي تستلمها.



شكل (12-1)التفلج غي المنتظم في جوفية المعي

أنماط التفلج المنتظم

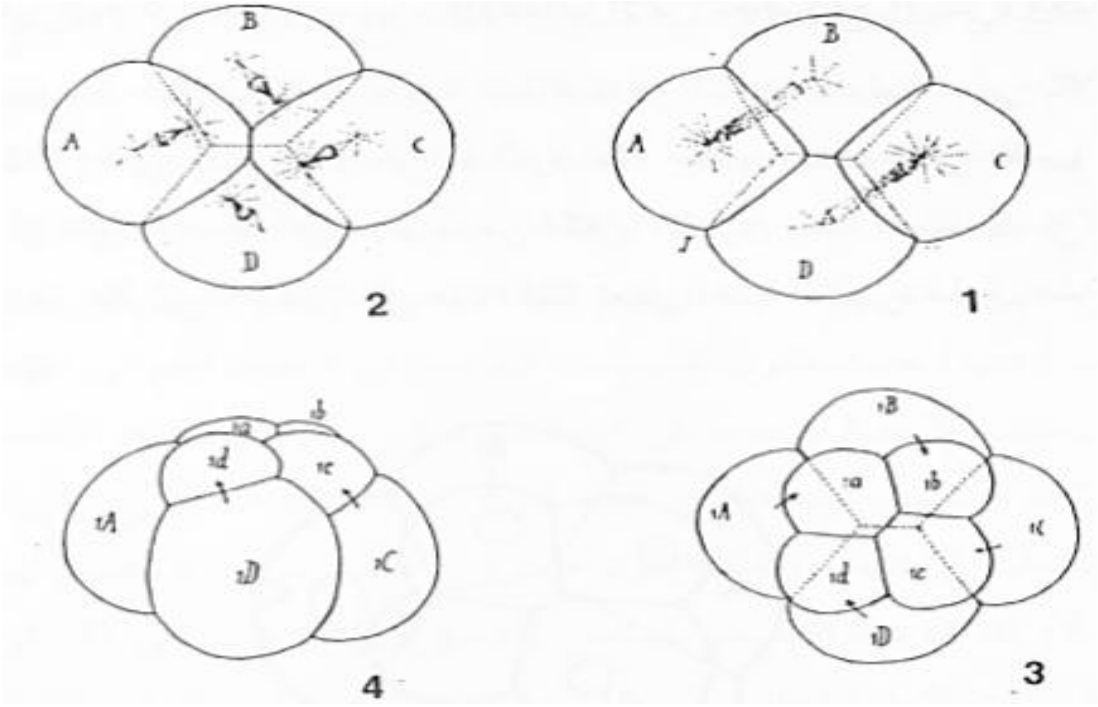
هناك ثلاثة أنواع من التفلج المنتظم ، هي التفلج الشعاعى radial cleavage والتفلج اللولبى spiral cleavage والتفلج جانبي التناظر bilateral cleavage

التفلج الشعاعي

يشيع هذا التفلج في بيوض شوكية الجلد التي تتبع قانوني التفلج بدقة. تؤدي الانقسامات الأولى إلى تكوين كتلة من الخلايا مناظرة شعاعية حول المحور الواصل بين القطب الحيواني والقطب الخضري

التفلج اللولبي

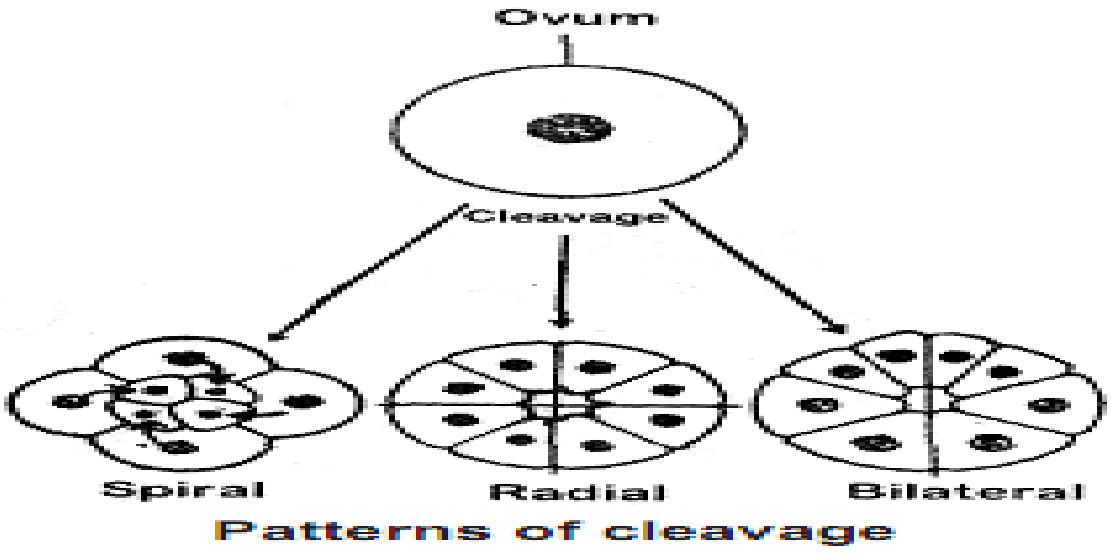
يمثل التفلج اللولبي تحويرا بارزا على التفلج الشعاعي . ففي التفلج اللولبى الذي يميز شعبا لافقرية عديدة كالديدان الحلقية والنواعم تتبادل الخذمات في الصف العلوي المواقع مع الخذمات الخضرية وتستقر على الفواصل بينها.



شكل (13-1) التفلج اللولبي

التفلج جانبي التناظر

يقابل مستوى الانقسام الأول في التفلج جانبي التناظر عادة المستوى الوسطى أو السهمي الذي يفصل الجنين الى شق أيمن وأخر أيسر، كما أن المحور الأمامي الخلفي يكون محددا في مرحلة مبكرة (شكل 3- 9). يمكن دراسة التفلج جانبي التناظر بتتبع التفلج الذي تعانيه بيضة الحيوان الغلالي كلافيلينا Clavelina يكون الانقسام الأول تاماً متساوي. يؤدي إلى خذمتين متساويتين . ولكن الانقسام الثاني غير متساو ويؤدي إلى ظهور خذمتين كبيرتين واخريين صغيرتين . وهكذا يتناظر جانبا الجنين على جهتي مستوى واحد فقط، هو المستوى السهمي sagittal plane.



شكل (14-1) انواع التفلج

هناك عدة عوامل تؤثر على مستويات التفلج منها:

أولا : تأثير المح

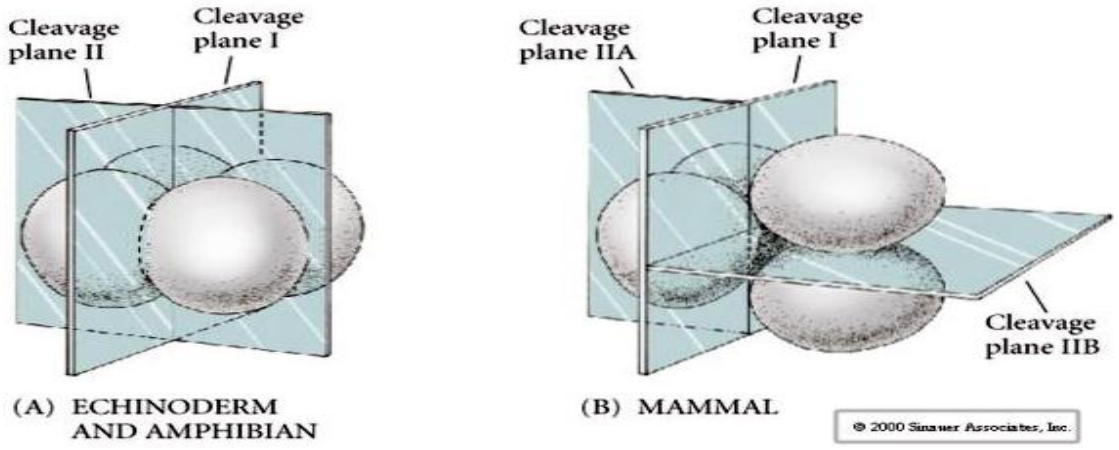
يمكن التنبؤ بمستوى التفلج باعتماد قانونين مبنيين على ملاحظات الباحثين الإقدمين :

1- يميل المغزل الخيطي إلى الامتداد باتجاه الكتلة البروتوبلازمية الأكبر يقطع مستوى انقسام الخلية المغزل عرضياً .

2- يميل كل مستوى انقسام تفلحي الى تنصيف مستوى الانقسام السابق ليقسم بهذا البيضة إلى خلايا متساوية .

مستويات التفلج Levels of Cleavage

تحدث الانقسامات الثلاثة الأولية في جميع الحيوانات وفق نمط ثابت ومنتظم فمستوى الانقسام الأول يكون عمودي meridional أي إنه يمر بالمحور الرئيسي للبويضة المخصبة بحيث يصل قمة القطب الحيواني بقمة القطب الخضري ويكون الانقسام الثاني عمودي على الأول وينتج عنه أربعة خلايا يختلف حجمها باختلاف نوع البويضات وتكون غالباً متساوية ويكون مستوى الانقسام الثالث أفقي latitudinal على الانقسامين الأول والثاني وينتج ثمانية خلايا في مجموعتين كل أربعة منهما تكون في مجموعة أحدهما علوية جهة نصف الكرة الحيواني للبويضة والأخرى سفلية جهة نصف الكرة الخضري. يكون التفلج في جميع أنواع البيوض في بدايته بصورة منتظمة فيعطي الانقسام الأول فلجتين تنقسمان بدورهما إلى أربعة فلجات وتستمر الانقسامات لتعطي ثمانية فلجات ثم ستة عشر فلجة فاثنين وثلاثين فلجة ويعرف هذا الطور بطور التوتية morula stage ويعقب ذلك أن يأخذ الانقسام صور غير منتظمة بحيث يصعب تتبعهم في معظم الفقريات.



شكل (15-1) مستويات التفلج

أنواع التفلج Types of Cleavage

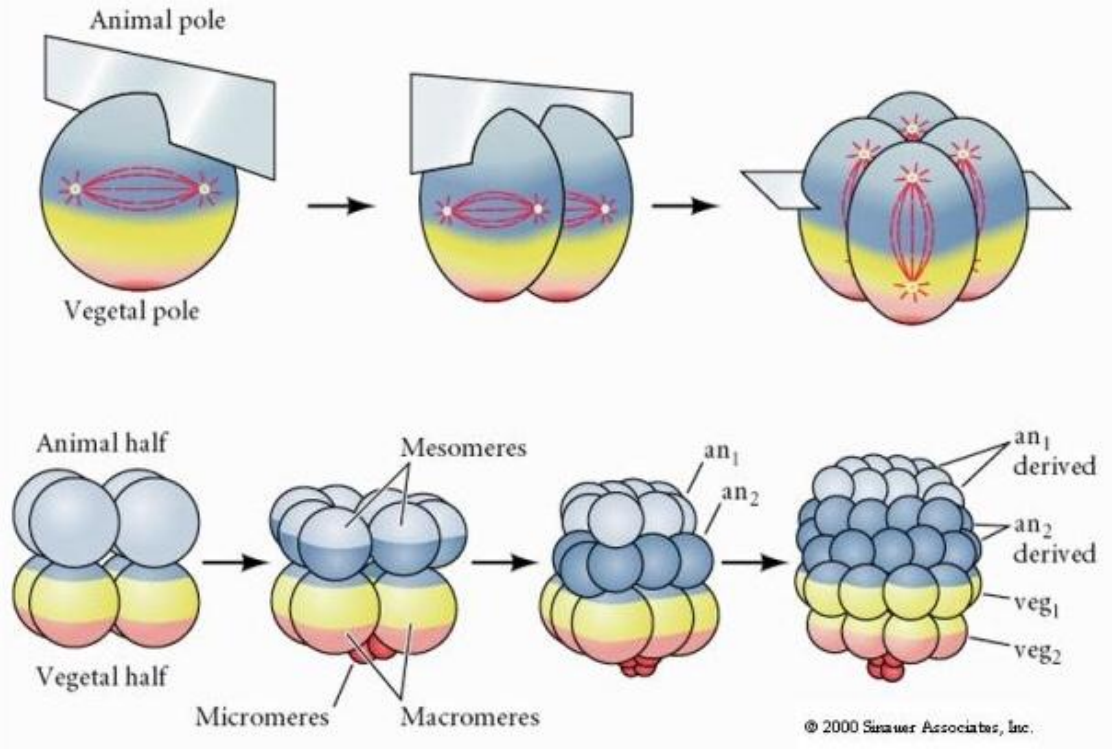
سبق أن عرفنا أن سايتوبلازم البويضات يحتوى على المح بدرجات متفاوتة ولما كان المح الموجود بالبويضة المخصبة مادة غير حية فإن كميته والطريقة التي يتوزع بها في السايتوبلازم ذات أهمية كبرى في تحديد طرز التفلج وعلى ضوء ذلك يمكن تقسيم أنواع التفلج إلى الآتي(لاحظ الشكل 5-1):

1. التفلج الكامل Holoblastic Cleavage (complete)

ويحدث هذا النوع من التفلج في البويضات قليلة المح أو متوسطة المح ويمكننا أن نصنفه إلى نوعان وذلك حسب توزيع المح في البويضات:

(أ) التفلج الكامل المتساوي Holoblastic equal Cleavage ويكون هذا النوع من التفلج في البويضات التي يتوزع فيها المح بصورة منتظمة ومتساوية مثل معظم الثدييات والرميح وتكون كمية المح أيضاً غير محسوسة وقليلة بحيث لا تقف عائقاً دون انقسام البويضة وفي مثل هذه الحالة تنقسم البويضة المخصبة انقساماً كليًا وكاملاً معطية عدداً من الخلايا المتساوية في الحجم إلى حد كبير وإن كان يلاحظ أن الخلايا الموجودة في ناحية القطب الحيواني تبدو أصغر قليلاً من خلايا ناحية القطب الخضري.

(ب) التفلج الكامل غير المتساوي Holoblastic unequal Cleavage ويحدث هذا النوع من التفلج في البويضات ذيلية المح كما في البرمائيات (الضفدع) حيث توجد به كمية متوسطة من المح تتركز بشكل رئيسي في جهة القطب الخضري وعلى الرغم من أن المح يوجد بهذه الصورة إلا أنه لا يمنع الانقسام ولكنه فقط يعمل على إبطاء سرعته كما يتسبب إلى حد ما في إعاقة مستويات التفلج وبخاصة في نصف الكرة الخضري ، أي كلما زادت كمية المادة المحية في القطب الخضري للبويضة كلما تباطأت عملية التفلج في ذلك القطب أكثر وفي مثل هذه الحالة يكون الانقسام كلي كامل غير متساوي، فنجد أن خلايا القطب الحيواني أسرع في انقسامها (لا تحتوي تقريباً على مح) مقارنةً بخلايا القطب الخضري المحتوية على المح وبذلك تظهر خلايا القطب الحيواني أصغر حجماً وأكثر عدداً من خلايا القطب الخضري. حيث تظهر ثلاثة انواع من الفلجات فلجات صغيرة micromere في نصف الكرة الحيواني وفلجات كبيرة macromere في نصف الكرة الخضري تحصر بينها فلجات متوسطة الحجم mesomere .



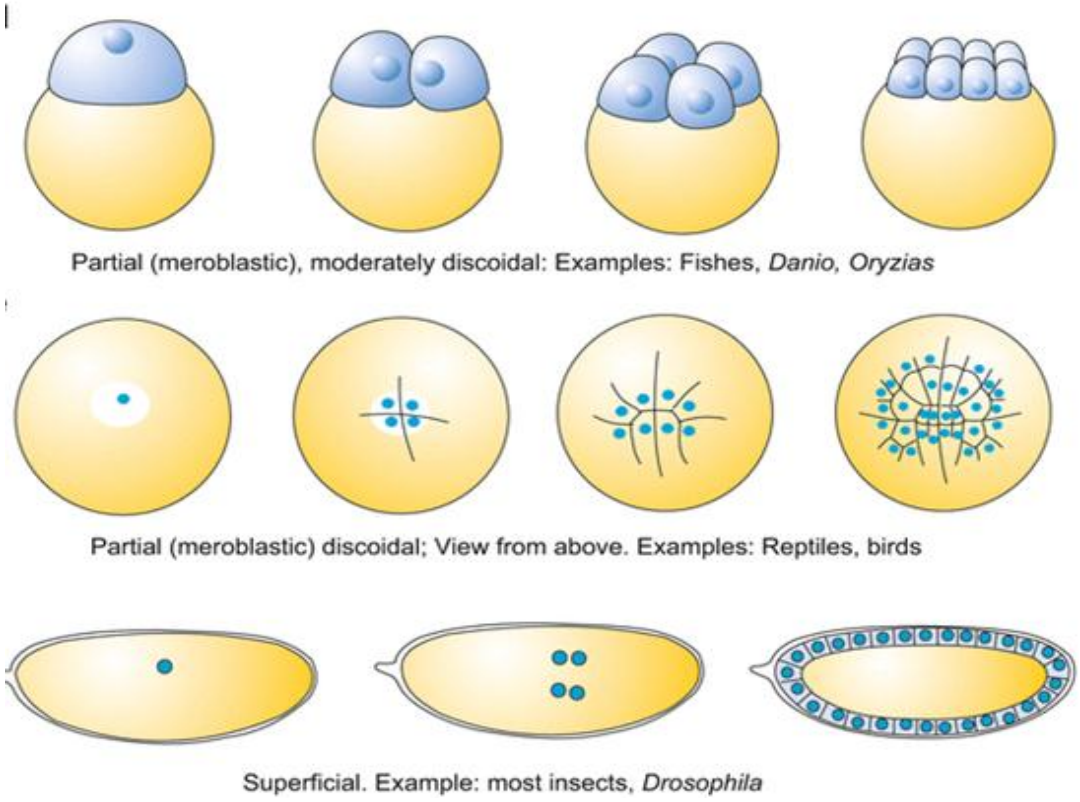
شكل (16-1) التفلج الكامل غي المتساوي

2.التفلج الجزئي Meroblastic cleavage (incomplete)

ويحدث هذا النوع من التفلج في البيوض الذي يحتوي على كمية كبيرة من المح ويكون مركز في منطقة القطب الخضري إلى درجة أن السايتوبلازم الخالي من المح يطفو فوق المح على هيئة قرص صغير يسمى القرص الجرثومي germinal disc أو السيتوبلازم النشط active cytoplasm ويكون ذلك في بويضات كل من الزواحف والطيور وكثير من أنواع الأسماك فما الذي يحدث لعملية التفلج في مثل هذه البويضات التي تكاد تكون بأكملها عبارة عن مح كثيف؟ في هذه الحالة يحدث التفلج في السايتوبلازم النشط (القرص الجرثومي) فقط ولا تمر مستويات التفلج بالمح على الإطلاق ويعرف هذا النوع من التفلج بالتفلج الجزئي .

3. التفلج السطحي Superficial cleavage

ويحدث هذا النوع من التفلج في بويضات الحشرات لوجود المح مركز بوسط هذه البويضات وفي هذه الحالة تنقسم النواة فقط انقسامات متتالية ثم تتحرك الأنوية وتتجه إلى سطح البويضة حيث يوجد السايتوبلازم فتنفرد كل نواة بجزء من السايتوبلازم وتتكون الخلايا على سطح البويضة بينما يبقى المح مركزاً في وسط البويضة .



شكل (17-1) انواع التفلجات

الأريمة Blastula

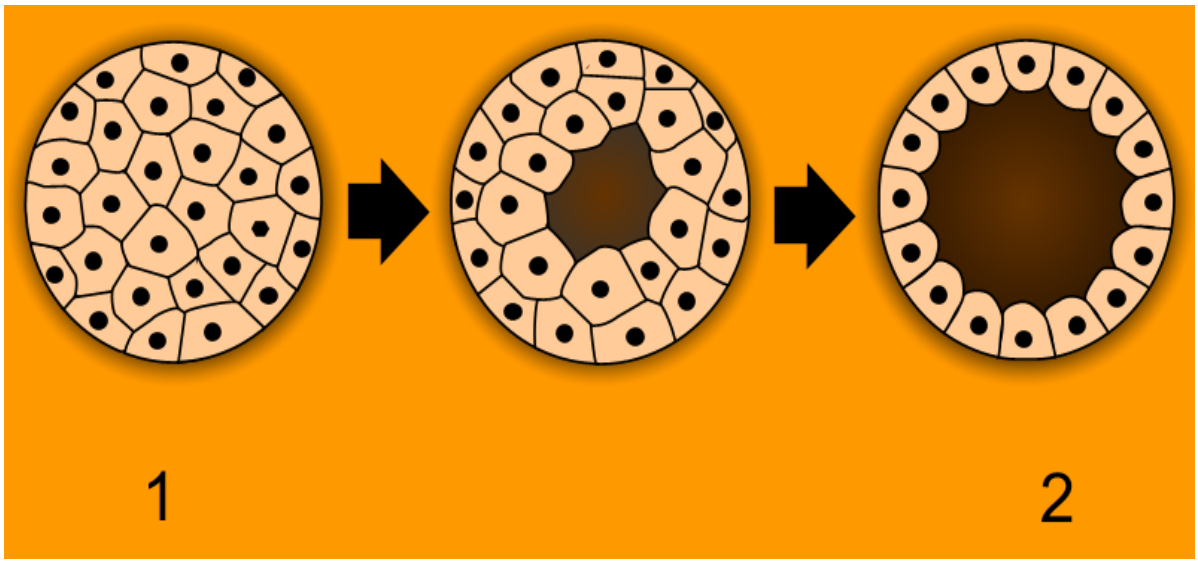
يكون الجنين بهذه المرحلة بشكل كرة جوفاء تدعى الأريمة وهذه تتكون بعد ظهور تجويف مركزي في التويتة Morula من التقاء الشقوق بين الفلجات ، وتملأ بسائل عندها يدعى الجوف الأرومي Blastocoele أو تجويف التعقيل Segmantation cavity تحيط به الفلجات بشكل نسيج ظهاري يدعى الأدمة الأرومية Blasoderm يختلف هذا الجوف حسب النوع ويعتمد على نمط التفلج وكمية المح وكالاتي:

1. بيوض قليلة المح: يكون الجوف مركزية والأدمة الأرومية كنسيج ظهاري مكعبي بسيط خلاياه بالقطب الحيواني أصغر منها بالقطب الخضري مثل الرميح amphioxus.

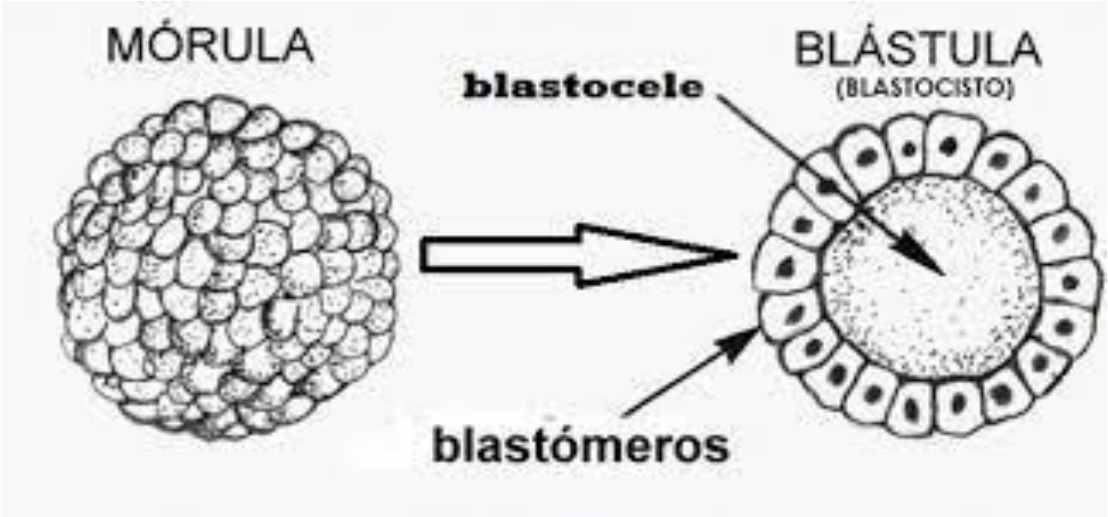
2. بيوض متوسطة المح: يكون الجوف الأرومي لامركزي الموقع، مزاح عن القطب الخضري والأدمة الأرومية بسمك عدة خلايا كما في البرمائيات.

3. بيوض طرفية المح: تقتصر التفلجات على قرص الجرثومي وينشأ منها الأدمة الأرومية Blastoderm المكونة من عدة خلايا تفصل عن المح بالتجويف تحت الجرثومي Subgerminal cavity، تظم معظم الطيور والزواحف جوفا ارواميا يفصل الاريمة الى ارومة سفلى Hypoblast و ارومة عليا Epiblast وتسمى الاريمة بالاريمة القرصية discoblastula

4. بيوض مركزية المح: تمتلك اريمة محيطة Periblastula كما الحشرات.



شكل (18-1) تكوين الاريمة



شكل (19-1) تكوين الاريمة