

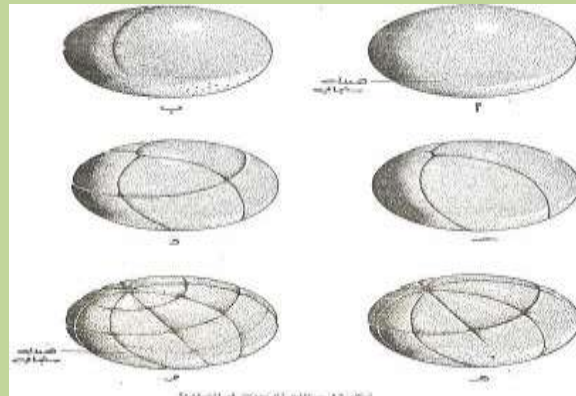
انواع التفلج

أولاً : تأثير المح :

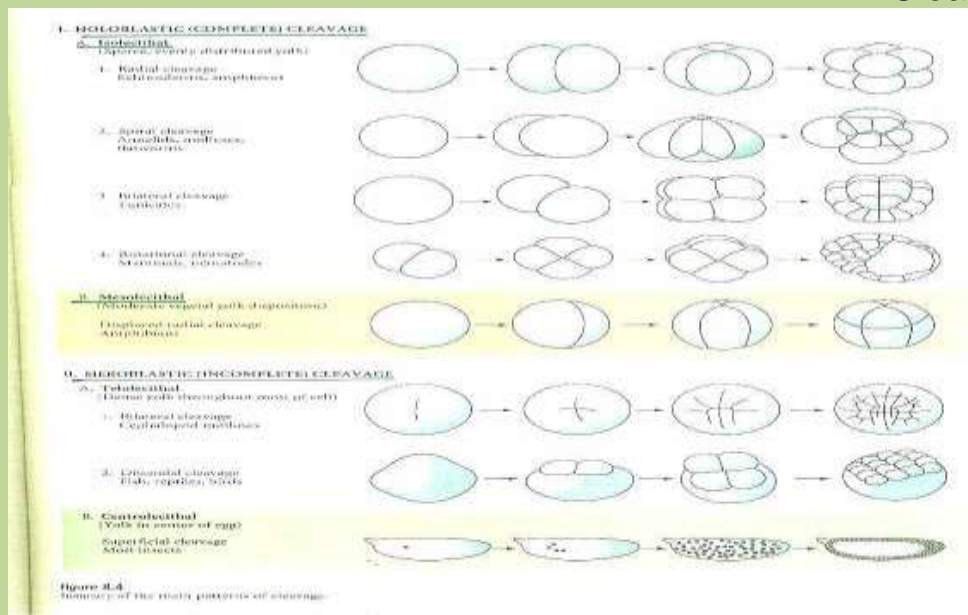
- ١- يميل المغزل الخيطي الى الامتداد باتجاه الكتلة البروتوبلازمية الاكبر ، بينما يقطع مستوى انقسام الخلايا المغزل عرضياً .
- ٢- يميل كل مستوى انقسام تفلجي الى تصنيف مستوى الانقسام السابق ليقسم بهذا البيضة الى خلايا متساوية .

يتضح عمل هذين القانونين بتتبع التفلج في البيوض قليلة المح متجانسته Isolecithal كبيوض الحبيبات الابتدائية والبيوض اللامحية Alecithal . تقع النواة في المركز من هذه البيوض تقريباً ، لذا فان المغزل يكون افقياً بينما يكون مستوى الانفلاق شاقولياً (عمودياً) Meridional يقسم البيضة الى خذمتين متساويتين . وفي الانقسام التفلجي الثاني يكون مستوى الانقسام شاقولياً وعمودياً على الاول فتتكون بذلك خدمات متساوية يؤدي هذان الانقسامان الى جعل البعد الشاقولي للخدمات اكبر من بقية الابعاد ، مما يدفع مغزل الانقسام الثالث الى الامتداد بهذا الاتجاه محققاً القانون الاول ، بينما يكون مستوى الانقسام افقياً (عرضياً) Latitudinal ينصف المستويين السابقين محققاً القانون الثاني ومكوناً ثماني خدمات متساوية تقريباً . اما الانقسام الرابع فشاقولي ينتج ست عشر خدمة ، في حين يكون الانقسام التفلجي الخامس افقياً مزدوجاً مستوياه في وسط المسافة بين القطب الحيواني والاستواء والقطب الخضري لينتج عنه (٣٢) خدمة . ويصعب بعد هذا تتبع الانقسامات . يعرف هذا النمط بالتفلج التام المتساوي Holoblastic Equal Cleavage . في البيوض متوسطة المح Mesoleithal كبيوض البرمائيات والاسماك العظمية البدائية تخزن كمية كبيرة نسبياً من المح تتركز بقرب القطب الخضري . ويتميز المح بكونه خاملاً ، ويتوزع بصورة سلبية على الفلجات الناتجة بخلاف العضيات السائتوبلازمية مثل الماييتوكوندريا والرايبوسومات وغيرها التي تتوزع بفعالية خلال الانقسام . وقد يسبب المح حين تزداد كميته في البيضة عرقلة التفلج بإعاقته انقسام السائتوبلازم الفعال وتوزيع العضيات . وهذا ما يتضح حين تتفلج هذه البيوض . اذ يظهر اخدوداً في الانقسامين الاول والثاني في القطب الحيواني ثم يستمران باتجاه القطب الخضري ليقسما البيضة الى خذمتين فاربع خدمات متساوية على التوالي . ولكن مستوى التفلج الثالث الافقي يزاح قليلاً باتجاه القطب الحيواني لتصبح الخدمات الاربع في نصف الكرة الحيواني اصغر من تلك الموجودة في نصف الكرة الخضري . وهكذا يمكن تمييز فلجات صغيرة Micromeres في نصف الكرة الحيواني وخدمات كبيرة في نصف الكرة الخضري . وهذا التفلج كما هو واضح تام غير متساو Holoblastic Unequal Cleavage .

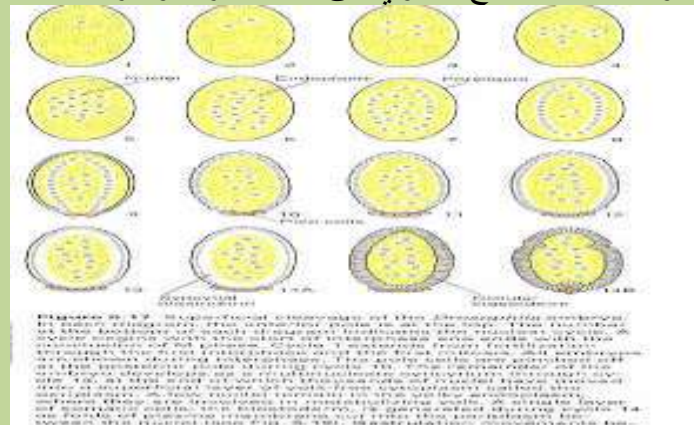
يكون التفلج الرابع شاقولياً تاماً ، تمر اخايديه من القطب الحيواني الى القطب الخضري ، وتقسم الخلايا الثمانية الى ست عشر خلية . ولكن التزامن الملاحظ في الانقسامات يبدأ بعد هذا الانقسام بالتضاؤل . اذا يتباطئ انقسام الخدمات الكبيرة المحملة بالمح ، ليفوق بالتالي عدد الخدمات الصغيرة عدد الخدمات الكبيرة .



يتوضح تأثير المح بدرجة اكبر في بعض الاسماك العظمية البدائية فيتأخر وصول اخدود انقسام ما الى القطب الخصري الى ما بعد ظهور اخدود الانقسام التالي في القطب الحيواني كما في سمكة الاميا *Amia* . كما يكون الاختلاف بين حجم الخدومات الصغيرة وحجم الخدومات الكبيرة بارزاً . اما في سمكة لبيدوستياص *Lepidosteus* ، فان اخاديد الانقسامات الشاقولية لا تقطع القطب الخصري مطلقاً بسبب اعاقه المح ، وهكذا يكون التفلق ناقصاً او غير تام *Incomplete Cleavage* ، او جزئياً *Meroblastic* . ان التفلق الناقص هو النمط الذي تتبعه البيوض الكبيرة لغالبية الاسماك والزواحف والطيور . ففي هذه البيوض تزيح كتلة المح الكبيرة السائتوبلازم ليكون طبقة رقيقة حولها ، او قرصاً يعرف بالقرص الارومي *Blastodisc* فوقها . ويطلق على هذه البيوض اسم البيوض كثيرة المح *Polylecithal* . وتكون نتيجة عزل السائتوبلازم الفعال عن المح ، اقتصار التفلق على قرص السائتوبلازم وعدم امتداد اخاديده الى الكتلة المحية . ولذا يطلق عليه احياناً اسم التفلق القرصي *Discoidal Cleavage* .



تعرض بيوض الحشرات مركزية المح *Centrolecithal* نمطاً متميزاً من التفلق يعرف بالتفلق السطحي *Superficial Cleavage* . يحيط المح في هذه البيوض بجزيرة سائتوبلازمية مركزية تضم النواة ، ويحاط هو بطبقة رقيقة من السائتوبلازم . تمر النواة بسلسلة من الانقسامات تؤدي الى تكوين عدد كبير من النوى . ولا يرافق انقسام النواة انقسام السائتوبلازم . تهاجر النوى الناتجة بعدئذ وقد احيطت كل منها بكمية قليلة من السائتوبلازم المركزي ، لتنتشر في السائتوبلازم المحيطي الذي يتحول بذلك الى مدمج خلوي *Syncytium* . ثم تظهر اغشية خلوية تفصل المدمج الخلوي الى خلايا مفردة وتغزل هذه الخلايا عن المح .

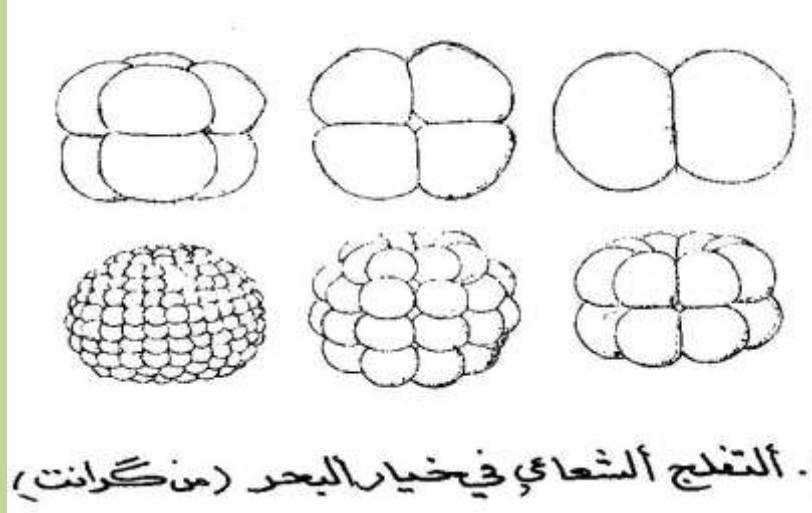


ثانياً : تأثير الساييتوبلازم

رأينا فيما سبق كيف يؤثر المح على التفلق فيحور قانونيه الاساسيين . ولكن المح ليس العامل الوحيد الذي يؤثر على نمط التفلق فيؤثر تنظيم مكونات الساييتوبلازم البيضة على تحديد اتجاه مغزل الانقسام خلال التفلق . وبالتالي على نوعية التفلق الحاصل . ان الوصف الذي قدم للانقسامات التفلقية الاولى في البيوض متساوية المح يكاد ان يكون الاساس الذي تتبعه كل البيوض التي تظهر تفلقاً منتظماً . وجميع انماط التفلق ما هي الا تحويلات بسيطة لهذا الاساس . فأخدودا الانقسامين الاوليين شاقوليان متعامدان يمران بقطبي البيضة . اما اخدود الانقسام الثالث فافقي يمر بخط استواء البيضة او بموازاته . ثم انقسام رابع يضاعف الخلايا بمرور اخاديد خلالها شاقولياً . هناك ثلاثة انواع من التفلق المنتظم : هي التفلق الشعاعي Radial Cleavage والتفلق اللولبي Spiral Cleavage والتفلق جانبي التناظر Bilateral Cleavage .

التفلق الشعاعي

يشيع هذا التفلق في بيوض شوكية الجلد التي تتبع قانوني التفلق بدقة . تؤدي الانقسامات الاولى الى تكوين كتلة من الخلايا متناظرة شعاعياً حول المحور الواصل بين القطب الحيواني والقطب الخصري . يتبع جنين خيار البحر قانون تعامد الانقسامات المتعاقبة بدقة الى مرحلة متأخرة جداً ، بينما يشذ عنها جنين قنفذ البحر . فالانقسام الرابع في نصف الكرة الحيواني تام و متساوي . اما في النصف الخصري فان اخاديد الانقسام تكون افقية ، وتقسم الخلايا بصورة غير متساوية . ان نتيجة هذا الانقسام حلقة من ثماني خلايا في النصف الحيواني تعرف بالفلجات المتوسطة Mesomeres تستقر فوق اربع فلجات كبيرة Macromeres في النصف الخصري ، وتعلو هذه اربع خلايا صغيرة جداً ، او خذمات صغيرة Micromeres . والجنين رغم الانقسام غير المتساوي لايزال يظهر التناظر الشعاعي .

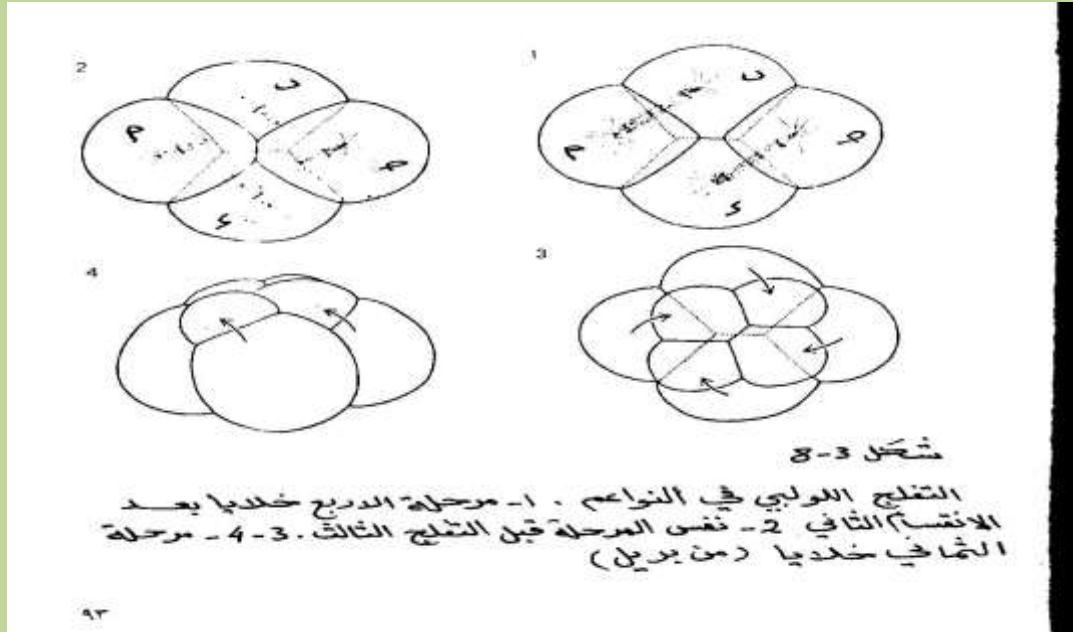


التفلق اللولبي

يمثل التفلق اللولبي تحويراً بارزاً على التفلق الشعاعي . ففي التفلق اللولبي الذي يميز شعباً لافقرية عديدة كالديدان الحلقية والنواع . تتبادل الخذمات في النصف العلوي المواقع مع الخذمات الخضرية وتستقر على الفواصل بينها . وهذا ناتج عن ان مغزل الانقسام بدلاً من ان يوازي المحور القطبي او الاستواء يميل بزاوية 60° . لا يبدو هذا الميل واضحاً خلال الانقسام الاول . فخذوده يميل قليلاً عن المحور القطبي . ولكن مغزلا الانقسام الثاني يظهر هذا الميل . رغم انهما يكادان ان يتعامدا مع اتجاه مغزل الانقسام الاول . كما انهما يتجهان باتجاهين متعاكسين . فنتج عن هذا اربع خلايا محددة الموقع بحيث يمكن تتبع مصيرها ومصير الخلايا

المنحدرة عنها الى مرحلة جنينية متأخرة . تقع كل خليتين متقابلتين في مستوى واحد . ففتلامس الخليتان العلويتان اللتان يصطلح على دعوتهما بالحرفين (أ . جـ) في القطب الحيواني . بينما تتلامس الخليتان السفليتان (ب . د) في القطب الخصري . يكون مستوى الانقسام الثالث مائلاً و لا يوازي خط الاستواء . ومع ذلك فانه يؤدي الى فصل خلايا نصف الكرة الحيواني عن خلايا نصف الكرة الخصري . وتبادل المجموعتين المواقع بحيث تزاخ الخلايا في النصف الحيواني بالنسبة للخلايا الواقعة تحتها باتجاه عقرب الساعات او باتجاه اليمين Dextral . او ضد عقرب الساعات او باتجاه اليسار Sinistral . وفي اغلب الحيوانات يكون هذا انقساماً غير متساو . ينتج خدمات صغيرة Micromeres في النصف الخصري . ويتضح الترتيب اللولبي للخلايا بالنظر الجانبي لمرحلة الثماني خلايا . اذ تظهر الفواصل بين الخدمات الصغيرة والخدمات الكبيرة متعرجة نتيجة انحراف الخدمات الصغيرة عن قمم الخدمات الكبيرة لتستقر فوق الفواصل القائمة بينها .

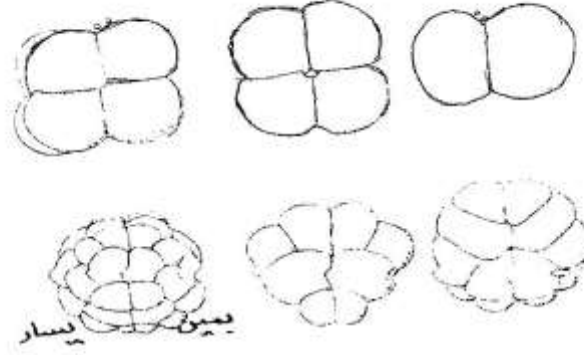
تتعاقب مستويات الانقسام المتجه يمينا ويساراً في اغلب البيوض التي تظهر تفلجاً لولبياً ، فاذا كان الاول باتجاه اليمين ، كان الثاني باتجاه اليسار والثالث باتجاه اليمين ، وهكذا حتى تتكون الاربعة Blastula . وفي المراحل اللاحقة ، يؤدي انقسام الخدمات الكبيرة غير المتساوي الى اضافة المزيد من الخدمات الصغيرة التي تنقسم بدورها وتترتب بعدة صفوف فوق الخدمات الكبيرة الاربعة . تتميز احدى الخدمات ابتداء من مرحلة الاربعة خلايا في بيوض بعض الانواع التي تعاني تفلجاً لولبياً بكبر حجمها مما يسهل التعرف على الخدمات . وفي هذه الحالة ، كما في حالة التفلج اللولبي النموذجي يصطلح على تسمية الخدمات بالحروف (أ ، ب ، ج ، د) ويطلق الحرف الاخير (د) على الخدمة الكبيرة .



التفلج جانبي التناظر

يقابل مستوى الانقسام الاول في التفلج جانبي التناظر عادة المستوى الوسطي او السهمي الذي يفصل الجنين الى شق ايمن واخر ايسر ، كما ان المحور الامامي الخلفي يكون محدداً في مرحلة مبكرة . يمكن دراسة التفلج جانبي التناظر بتتبع التفلج الذي تعانيه بيضة الحيوان الغلاي كلافيлина Clavelina . يكون الانقسام الاول تاماً متساوياً يؤدي الى خدمتين متساويتين ، ولكن الانقسام الثاني غير متساوي ويؤدي الى ظهور خدمتين كبيرتين واخرتين صغيرتين . وهكذا يتناظر جانباً الجنين على جهتي مستوى واحد فقط ، هو المستوى السهمي Sagittal Plane .

يشيع هذا التفلق في الحبليات وحاملات الامشاط Ctenophores ، ولكنه يمكن ان يعقب التفلق الشعاعي او اللولبي نتيجة تحوير بسيط فيهما . ويمكن القول ان هذه الانماط نظرية ، وان اغلب البيوض تعاني تفلجاً هو في الحقيقة مزيج من اثنين من هذه الانماط النظرية .



شكل 3-9 . تفلج جانبي التناظر في الغلايات (منكرات)