

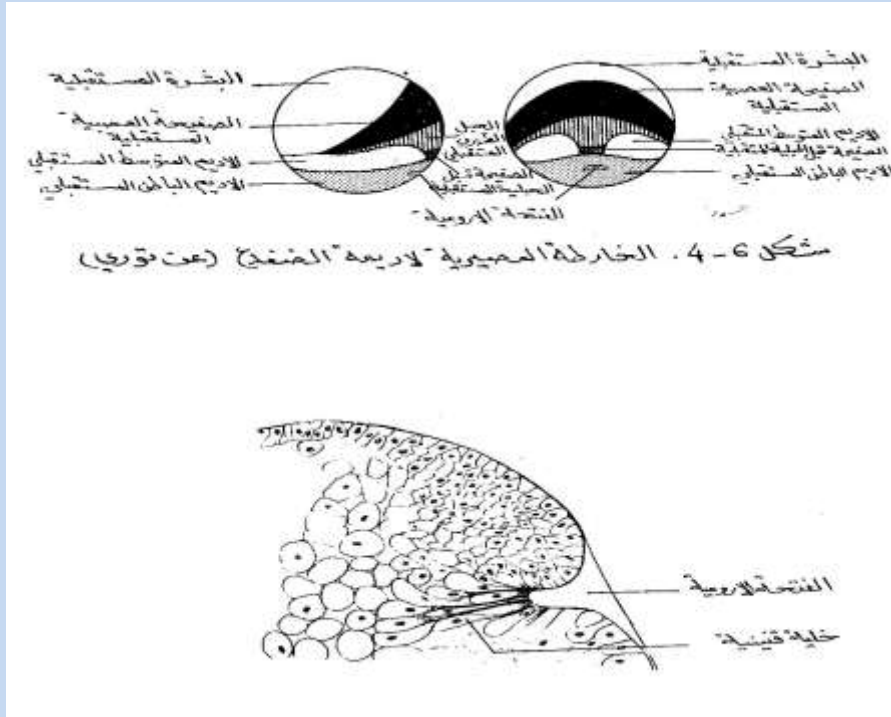
الخارطة المصيرية وتكوين المعيدة للضفدع

من المفهوم ان تضاعف الخلايا او انقسامها يستمر خلال التكوين الجنيني وفي الحقيقة يكون ذلك الى حد ما خلال حياة الفرد ولكن عند ظهور حوادث تكوين جديدة في الشكل يمكن ان يقال بان التفلج انتهى وان النمو يدخل طوراً جديداً . ذلك الطور الذي يعاد خلاله انتشار وتوزيع المواد المكونة للأريمة بطريقة بحيث يتكون جنين طبقي يدعى بالمعيدة Gastrula . ان الحوادث التي بواسطتها تتغير الاريمة الى معيدة تدعى بتكوين المعيدة Gastrulation وانها اساساً هي حركات للمناطق الخلوية .

الخارطة المصيرية Fate Map

لقد لجأ الباحثون الى طريقة الوسم او التعليم الصناعي Artificial Marking خلال تكوين المعيدة وذلك باستعمال الصبغة الحيوية Vital Stains والتي تحتفظ بها الخلايا لوقت طويل . ولا تتداخل بطريقة او باخرى بعمليات النمو الطبيعية . تؤخذ في هذه الطريقة قطعة من الأكار Agar مصبوغة باحدى الصبغ الحيوية ككبريتات أزرق النيل Nile Blue Sulfate او الأحمر المتعادل Neutral Red وتضغط هذه القطعة لفترة قصيرة على المنطقة المنتخبة من الاريمة والتي يراد معرفة مصيرها . تنتشر الصبغة من قطعة الاكار الى الخلايا والتي ستحتفظ بلونها المميز لبضعة ايام . بهذا الوسم ولعدد من المناطق على الاريمة وفي نفس الوقت يمكن تتبع حركات تكوين المعيدة بالملاحظة المستمرة . كذلك فان وجود الصبغة يجعل بالإمكان تثبيت او تعيين المواضع النهائية للمواد الموسومة (المعلمة) في الجنين المتقدم في النمو . وهذا بدوره يمكن الفرد من وضع مخطط او خارطة للأريمة يوضح الاجزاء المستقبلية للجنين المتكون . وهذا ما يسمى بالخارطة المصيرية Fate Map . ومن الواجب ادراكه ان مثل هذه الخارطة لا تدل على ان الاريمة هي عبارة عن عدد من المساحات تختلف الواحدة عن الاخرى في التركيب الكيميائي ولكنها تمثل فقط وصفاً لما ستكونه هذه المساحات المعينة في المستقبل .

لقد امكن الحصول على خرائط مصيرية لمناطق الأعضاء المستقبلية لعدد من انواع البرمائيات . انها تختلف نوعاً ما في التفاصيل ولكن اساسها واحد لجميع الأنواع لناخذ بنظر الاعتبار الخارطة المصيرية لأريمة احد البرمائيات اللانبيه Anuran كمثال للبرمائيات بصورة عامة . يظهر من هذا الشكل ان نصف الكرة الحيواني بأكمله تقريباً يمثل الأديم الظاهر المستقبلي Prospective Ectoderm بضمنه الأديم الظاهر العصبي Neural Ectoderm في الجهة الظهرية المستقبلية والأديم الظاهر البشري Epidermal Ectoderm في الجهة الأمامية البطنية المستقبلية . اما الجزء السفلي من نصف الكرة الخصري فيسكون الأديم الباطن Endoderm للمعي ومشتقاته ويدعى الأديم الباطن المستقبلي Prospective Endoderm . بين الأديم الظاهر المستقبلي والأديم الباطن المستقبلي يقع شريط عريض من الجهة الظهرية ومتضيق من الجانبين . تطابق هذه المنطقة الهلال الرمادي للبيضة الأصلية . ان الجزء الظهري الوسطي لهذه المنطقة سيكون الحبل الظهري Notochord في المستقبل ولذا فيدعى بالحبل الظهري المستقبلي Prospective Notochord . اما الجزئين الجانبيين فيسكونان الأديم المتوسط Mesoderm المسؤول عن تكوين البديئات Somites والأديم المتوسط الجانبي Lateral Mesoderm . هناك منطقة من الأديم المتوسط المستقبلي تقع بين الحبل الظهري المستقبلي وبين الجزئين الجانبيين للأديم المتوسط وأمام الأديم الباطن المستقبلي وتدعى بالصفحة قبل الحبلية المستقبلية Prospective Precordial Plate او الأديم المتوسط المستقبلي للرأس Head . Mesoderm .

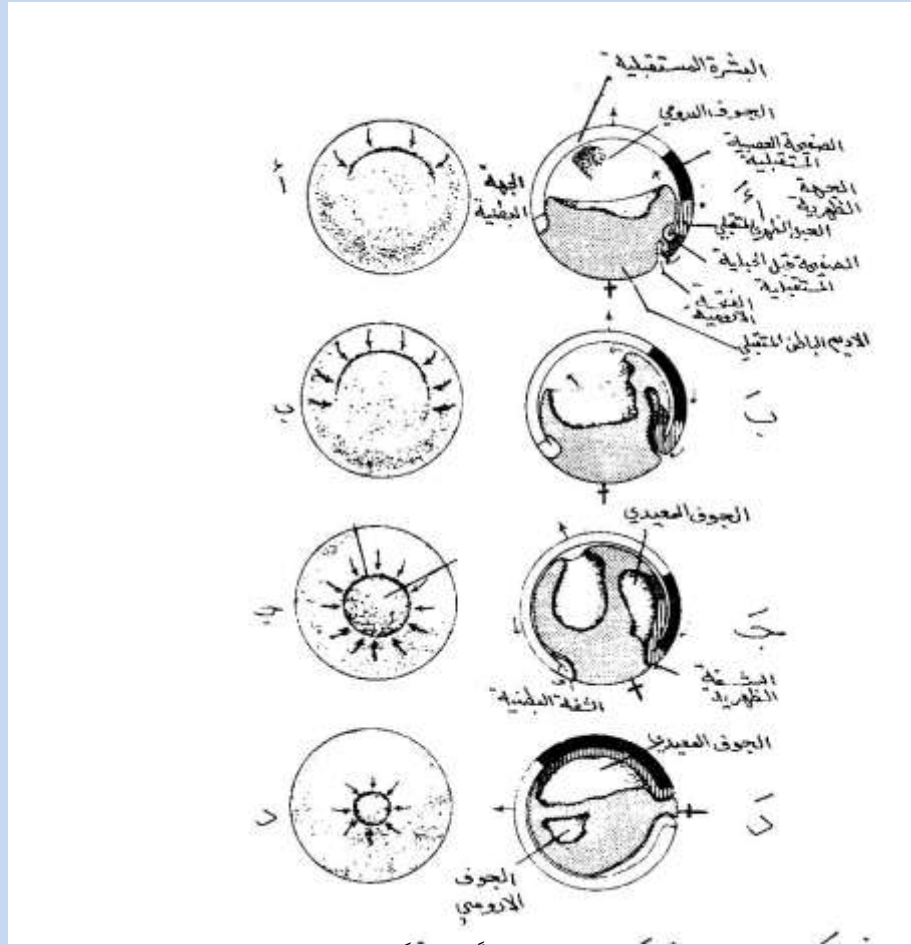


تكوين المعيدة Gastrulation

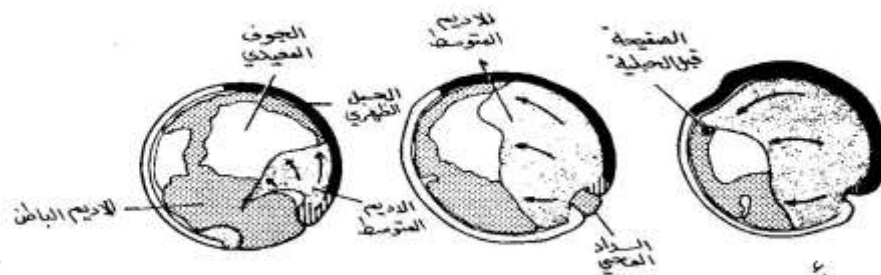
هناك بعض الصعوبات عند محاولة وصف حوادث عملية تكوين المعيدة بالكلمات . من هذه الصعوبات هي ان التحولات التي تحدث على السطح تكون مصاحبة لتحولات في الداخل وبهذا لا يستطيع الفرد ان يكتب او يتكلم الا عن شيء واحد في الوقت الواحد . كذلك فان عملية تكوين المعيدة هي اصلاً ظاهرة حركية وان الكلمات عوامل ضعيفة لوصف الحركة ، ولهذا فهناك الكثير من الجهود التي بذلت لإتقان وتوسع مجموعة مفردات اللغة لرسم صورة تعبيرية للقوى المحركة لعملية تكوين المعيدة والتي أصبحت في النهاية مربكة أكثر مما هي مفيدة . من الملاحظات التي أجريت على سلوك الخلايا المعزولة في المزرعة ان من طبيعتها الوراثة الاستطالة والتسطح ولكن خلال عملية تكوين المعيدة تنجز الخلايا عملها ليس كأفراد وانما كجماعات ينتج عن ذلك انتشاراً موحهاً للمساحات الكلية للخلايا . ومن سوء الحظ لا يوجد في الوقت الحاضر فهم عام للقوى التي تطلق هذه الحركات الانتشارية ثم قيادتها بهذا الشكل من الدقة . لقد أدى النقص في البحث والدراسة المتوسعة لكثير من التحليلات التجريبية والنتائج المؤقتة المشتقة منها الى اتباع الوصف فقط لحوادث العملية خطوة خطوة والاستعانة بالرسوم المتوفرة . تبدأ عملية تكوين المعيدة بتغيير شكل خلايا معينة من الأديم الباطن المستقبلي في منطقة تحت خط استواء الأريمة . تتخذ هذه الخلايا شكلاً متطولاً مشابهاً لشكل القنينة وتتحرك باتجاه الداخل . تبقى اعناقها التي تطول باستمرار متصلة مع سطح الأريمة وفي الوقت الذي تتحرك اجسامها الخلوية الكبيرة نحو الداخل يحصل سحب على طول اعناقها الرفيعة مما يؤدي الى حدوث ثلثة او فجوة على سطح الأريمة . باستمرار تضاعف ونحافة الخلايا القنينية الشكل Bottle Cells فان الثلم Indentation أو الانبعاج للداخل Invagination يتعمق أكثر فأكثر وبسبب الحركات الداخلية والتي ستوصف فيما بعد فان الانبعاج هذا سيتوسع تدريجياً ليكون الجوف المعيدي Gastrocoel . يطلق على الثلم او الانبعاج الأولي اسم الفتحة الأرومية Blastopore وهي فتحة الجوف المعيدي الى الخارج . لقد سبق وان بينا ان منطقة القطب الحيواني هي مستقبل النهاية الأمامية للجنين اما الآن فالفتحة الأرومية تعين النهاية الخلفية له . وبسبب كون الأديم الظاهر العصبي المستقبلي والحبل الظهري المستقبلي يعينان الجانب الظهري للجنين فان المنطقة فوق الفتحة الأرومية مباشرة يمكن القول عنها بانها الشفة الظهرية للفتحة الأرومية Dorsal Lip of

Blastopore . تمتد الفتحة الارومية تدريجياً وبصورة دائرية الى الجانبين وبهذا تصبح بشكل هلالى ثم بشكل حذوة الحصان واخيراً بشكل دائري وتبعاً لذلك فان المناطق المحيطة بالفتحة الارومية من الجوانب تمثل الشفتين الجانبيتين لها **Lateral Lips** . اما المنطقة تحت الفتحة الارومية اي الى الجهة البطنية منها فتمثل الشفة البطنية **Ventral Lips** . ويجب ان يكون واضحاً بان المصطلحات ظهري وجانبي وبطني تشير فقط الى مواقع من الشفة التي هي عبارة عن دائرة مستمرة .

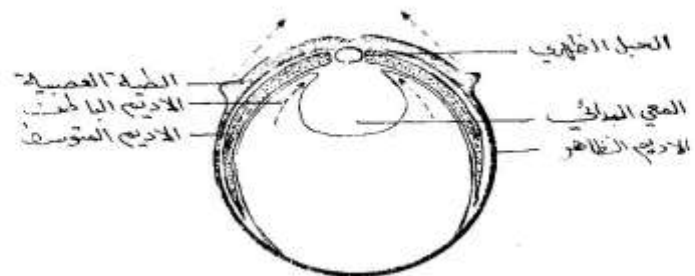
ولو ان الفتحة الارومية تقع في البداية ضمن الأديم الباطن المستقبلي الخالي من الصبغة الا انه نجد في الوقت الذي تكمل الفتحة شكلها الدائري يكون النسيج الصبغي الغامق لنصف الكرة الحيواني قد وصل الى شفاهها وبهذا يصبح الجنين كله مغطى بخلايا اصلها من نصف الكرة الحيواني فقط ما عدا كتلة دائرية من الخلايا المحيية الفاتحة اللون والعائدة لنصف الكرة الخضري والتي تدعى بالسداد المحي **Yolk Plug** داخل الفتحة الارومية الدائرية . ان سبب ذلك هو ان صفيحة الخلايا في نصف الكرة الحيواني تتوسع وتمتد مندفعة باتجاه نصف الكرة الخضري حيث تصبح رقيقة بعد ان كانت سمكية وبذلك تغطي خلاياه المحيية . تدعى هذه العملية بالتغلف **Epiboly** . يحصل هذا في الوقت الذي تمتد فيه حافتا الفتحة الارومية لتكون دائرة كاملة . تستمر خلايا نصف الكرة الحيواني والتي تعاني التغلف في عملها ولكن عند وصولها الفتحة الارومية تندفع نحو الداخل اي تدور عند زاوية الشفة . تدعى هذه العملية بالالتفاف **Involution** . الآن لو اعدنا النظر الى الخارطة المصيرية للأريمة نجد ان اول الخلايا التي تعاني الالتفاف هي التي تكون محاذية للشفة الظهرية للفتحة الارومية والتي هي عبارة عن خلايا تعود للأديم الباطن المستقبلي فاذا ما استمرت هذه الخلايا بدخولها الى الداخل تتبعها المناطق الاخرى لتحل محلها . لذا فان شفاه الفتحة الارومية ليست هيئة تركيبية ثابتة وانما دائمة التغير وذلك عن طريق دوران الخلايا السطحية فيها واتجاهها الى الداخل . ستكون خلايا الأديم الباطن اولاً جزءاً من المعى **Foregut** في المستقبل . يتبع هذه الخلايا بالدخول خلايا الصفيحة قبل الحبلية المستقبلية والتي ستكون الأديم المتوسط للرأس ثم خلايا الحبل الظهري المستقبلي والأديم المتوسط المستقبلي من الجانبين حيث تتخذ مواضعها الجديدة في الداخل . من الجدير بالذكر ان انسياب خلايا هذه المناطق على السطح يكون على طول خطوط شعاعية تتقارب عند الفتحة الارومية . كما ويجب ان يكون مفهوماً انه ولو انه كلامنا منفصلاً عن حركة خلايا الحبل الظهري المستقبلي والأديم المتوسط المستقبلي . فانهما يتحركان كوحدة واحدة يطلق عليها جبة الأديم المتوسط الحبلية **Chordomesodermal Mantle** حيث تتخذ موقعها في الداخل بموضع ظهري جانبي حيث يحتل شريط الخلايا الذي سيكون الحبل الظهري موضعه في الخط الوسطي الظهري للجوف المعيدي . وتتخذ صفيحتا الأديم المتوسط موضعاً ظهيرياً جانبياً على كل جانب من الجوف المعيدي بشكل المروحة . عند اكتمال عملية الالتفاف لخلايا الحبل الظهري المستقبلي والأديم المتوسط المستقبلي يبقى الأديم الظاهري العصبي والبشري المستقبلي على السطح حيث يكون موضع الأول على طول الجهة الظهرية الوسطية للجنين وبكلمة اخرى يصل الأديم الظاهر في النهاية عند الحافة الدائرية للفتحة الارومية اي ان السداد المحي يصبح محدداً او محاطاً بالأديم الظاهر . من الجدير بالذكر ان الجنين خلال عملية تكوين المعيدة يستبقي شكله الكروي وحجمه المنتظم في حين يزداد حجم الجوف المعيدي **Gastrocoel** او المعى البدائي **Archenteron** ويقل حجم الجوف الارومي تدريجياً الى ان يختفي في النهاية ويحل محله الجوف المعيدي .



تكون خلايا الأديم الباطني المندفعة أولاً جزءاً من مقدمة الجوف المعدي أي جزءاً من قسمه الأمامي وجوانبه وقعره . أما بقية الجوف المعدي فتكون الصفحة قبل الحبلية الجزء الأمامي لسقفه أمام شريط الحبل الظهري أما خلايا جبة الأديم المتوسط الحبلية فتكون بقية سقفه والقسم العلوي لجوانبه في حين تكون خلايا نصف الكرة الخصري المحية المكونة للأديم الباطن القسم الأكبر من قاعه . يستمر انقسام خلايا هذا القسم من القاع وخاصة الواقعة في جوانبه مكونة حافتين حرتين للأديم الباطن تنموان الى الأعلى باتجاه الخط الوسطي الظهري ثم تتقاربان واخيراً تلتحمان تحت شريط خلايا الحبل الظهري ونتيجة لذلك تتكون طبقة متكاملة مستقلة للأديم الباطن تحتوي على تجويف وسطي هو تجويف القناة الهضمية Enteron للجنين المتكون . في الوقت الذي تنمو فيه حافتا قاع الجوف المعدي العاندتان للأديم الباطن بالاتجاه العلوي لتكون طبقة الأديم الباطن المتكاملة تنمو صفيحتا الأديم المتوسط والواقعتان على جانبي شريط الحبل الظهري بالاتجاه السفلي . وهكذا تستمران في نموها بين طبقتي الأديم الظاهري الخارجية والأديم الباطن الداخلية وفي الأخير تلتحمان مع الأديم المتوسط الناتج من اندفاع الخلايا من الشفاه الجانبية والبطنية للفتحة الأرومية وفي الخط الوسطي البطني . من الجدير بالذكر هنا ان عملية الالتفاف للخلايا في منطقة الفتحة الأرومية تكون على أوجها عادة عند الشفة الظهرية لها وتبطيء هذه العملية كلما تقدمنا باتجاه الشفة البطنية . بسبب تكوين المعيدة تحولاً في مركز ثقل الجنين الذي يطفو في مرحلة الأريمة وقبه الحيواني للأعلى . هذا بسبب موقع الجوف الأرومي ضمن النصف الحيواني للجنين ويميل لأن يكون اخف من النصف الخصري الذي تكون خلاياه مملوءة بالمش الثقيل . ان تكوين الجوف المعدي ضمن الجزء الظهري من الجنين يخفي الجوف الأرومي تدريجياً وان الجنين يدور بحيث يصبح الجوف المعدي الجديد للأعلى أي يصبح محور الجنين موازياً للسطح .



أ - الانقسام الداخلي لجية الأمعاء المتوسطة الحبلية خلال الأطوار الأخيرة من عملية تكوين المعيدة في البرمائيات (عق توري)



ب - مخطط عرضي للجنين في المرحلة الأخيرة من التطور