علم الاجنة

المحاضرة (٣)

د.سندس عادل ناجي

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 وذلك خلال تكوين المعيدة والتي تحتفظ بها الخلايا لوقت طويل . ولا تتداخل بطريقة او باستعمال الصبغة الحيوية Vital Stains باخرى بعمليات النمو الطبيعية . تؤخذ في هذه الطريقة قطعة من الأكار Agar مصبوغة باحدى الصبغ الحيوية Neutral Red او الأحمر المتعادل Nile Blue Sulfate ككبريتات ازرق النيل 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 . ومن الواجب ادراكه ان مثل هذه الخارطة لا تدل على Fate Map وهذا ما يسمى بالخارطة المصيرية 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 لنأخذ بنظر الاعتبار الخارطة المصيرية كمثال للبرمائيات بصورة عامة . يظهر من هذا الشكل ان نصف الأريمة احد البرمائيات اللاذنبية Anuran بضمنه الأديم الكرة الحيواني بأكمله تقريباً يمثل الأديم الظاهر المستقبلي Prospective Ectoderm في الجهة الظهرية المستقبلية والأديم الظاهر البشري الظاهر العصبي Neural Ectoderm في الجهة الأمامية البطنية المستقبلية . اما الجزء السفلي من نصف الكرة Epidermal Ectoderm

للمعي ومشتقاته ويدعى الأديم الباطن المستقبلي Endodermالخضري فسيكون الأديم الباطن . بين الأديم الظاهر المستقبلي والأديم الباطن المستقبلي يقع شريط عريض Prospective Endoderm من الجهة الظهرية ومتضيق من الجانبين . تطابق هذه المنطقة الهلال الرمادي للبيضة الأصلية . ان الجزء في المستقبل ولذا فيدعى بالحبل Notochordالظهري الوسطي لهذه المنطقة سيكون الحبل الظهري . اما الجزئين الجانبيين فسيكونان الأديم المتوسط Prospective Notochordالظهري المستقبلي Lateral والأديم المتوسط الجانبي Somites المسؤول عن تكوين البدينات Mesoderm . هناك منطقة من الأديم المتوسط المستقبلي تقع بين الحبل الظهري المستقبلي وبين الجزئين Mesoderm الجانبيين للأديم المتوسط وأمام الأديم الباطن المستقبلي وتدعى بالصفيحة قبل الحبلية المستقبلية Head Mesoderm. او الأديم المتوسط المستقبلي للرأس Prospective Precordial Plate

Gastrulationتكوين المعيدة

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 اصبحت في النهاية مربكة اكثر مما هي مفيدة . من الملاحظات التي اجريت على سلوك الخلايا المعزولة في المزرعة ان من طبيعتها الوراثية الاستطالة والتسطح ولكن خلال عملية تكوين المعيدة تنجز الخلايا عملها ليس كأفراد وانما كجماعات ينتج عن ذلك انتشاراً موجهاً 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 فخطوة 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 متطاولاً 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 ثلمة او فجوة على سطح الأريمة . باستمرار تضاعف ونحافة الخلايا القنينية يتعمق اكثر فاكثر Invagination أو الانبعاج للداخل Indentation فان الثلم Bottle Cellsالشكل وبسبب الحركات الداخلية والتي ستوصف فيما بعد فان الانبعاج هذا سيتوسع تدريجياً ليكون الجوف المعيدي وهي فتحة Blastopore . يطلق على الثلم او الانبعاج الأولي اسم الفتحة الأرومية Gastrocoel الجوف المعيدي الى الخارج . لقد سبق وان بينا ان منطقة القطب الحيواني هي مستقبل النهاية الأمامية للجنين اما الآن فالفتحة الارومية تعين النهاية الخلفية له . وبسبب كون الأديم الظاهر العصبي المستقبلي والحبل الظهري المستقبلي يعينان الجانب الظهري للجنين فان المنطقة فوق الفتحة الارومية مباشرة يمكن . تمتد الفتحة الارومية Dorsal Lip of Blastoporeالقول عنها بانها الشفة الظهرية للفتحة الارومية تدريجياً وبصورة دائرية الى الجانبين وبهذا تصبح بشكل هلالي ثم بشكل حذوة الحصان واخيراً بشكل Lateralدائري وتبعاً لذلك فان المناطق المحيطة بالفتحة الارومية من الجوانب تمثل الشفتين الجانبيتين لها

Ventral Lips . اما المنطقة تحت الفتحة الارومية اي الى الجهة البطنية منها فتمثل الشفة البطنية 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 المحية 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 سميكة وبذلك تغطي خلاياه المحية . يحصل هذا في الوقت الذي تمتد فيه حافتا الفتحة الارومية لتكون Epiboly تدعى هذه العملية بالتغلف . 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 التغيير وذلك عن طريق دوران الخلايا السطحية فيها واتجاهها الى الداخل . في المستقبل . يتبع هذه الخلايا بالدخول خلايا Foregut ستكون خلايا الأديم الباطن اولاً جزءاً من المعي 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 ظهرياً 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 او المعي البدائي Gastrocoel يستبقي شكله الكروي وحجمه المنتظم في حين يزداد حجم الجوف المعيدي ويقل حجم الجوف الارومي تدريجياً الى ان يختفي في النهاية ويحل محله الجوف Archenteron المعيدي .

تكون خلايا الأديم الباطني المندفعة اولاً جزءاً من مقدمة الجوف المعيدي اي جزءاً من قسمه الأمامي وجوانبه وقعره . اما بقية الجوف المعيدي فتكون الصفيحة قبل الحبلية الجزء الأمامي لسقفه امام شريط الحبل الظهري اما خلايا جبة الأديم المتوسط الحبلية فتكون بقية سقفه والقسم العلوي لجوانبه في حين تكون

خلايا نصف الكرة الخضري 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 Enteronطبقة متكاملة مستقلة للأديم الباطن تحتوي على تجويف وسطي هو تجويف القناة الهضمية للجنين المتكون . في الوقت الذي تنمو فيه حافتا قاع الجوف المعيدي العائدتان للأديم الباطن بالاتجاه العلوي لتكون طبقة الأديم الباطن المتكاملة تنمو صفيحتا الأديم المتوسط والواقعتان على جانبي شريط الحبل الظهري بالاتجاه السفلي . وهكذا تستمران في نموهما 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 الارومية تكون على اوجها عادة عند الشفة الظهرية لها وتبطيء هذه العملية كلما تقدمنا باتجاه الشفة البطنية . يسبب تكوين المعيدة تحولاً في مركز ثقل الجنين الذي يطفو في مرحلة الأريمة وقبه الحيواني للأعلى . هذا بسبب موقع الجوف الارومي ضمن النصف الحيواني للجنين ويميل لأن يكون اخف من النصف الخضري الذي تكون خلاياه مملوءة بالمح الثقيل . ان تكوين الجوف المعيدي ضمن الجزء الظهري من الجنين يخفي الجوف الارومي تدريجياً وان الجنين يدور بحيث يصبح الجوف المعيدي الجديد للأعلى اي يصبح محور الجنين موازياً للسطح .