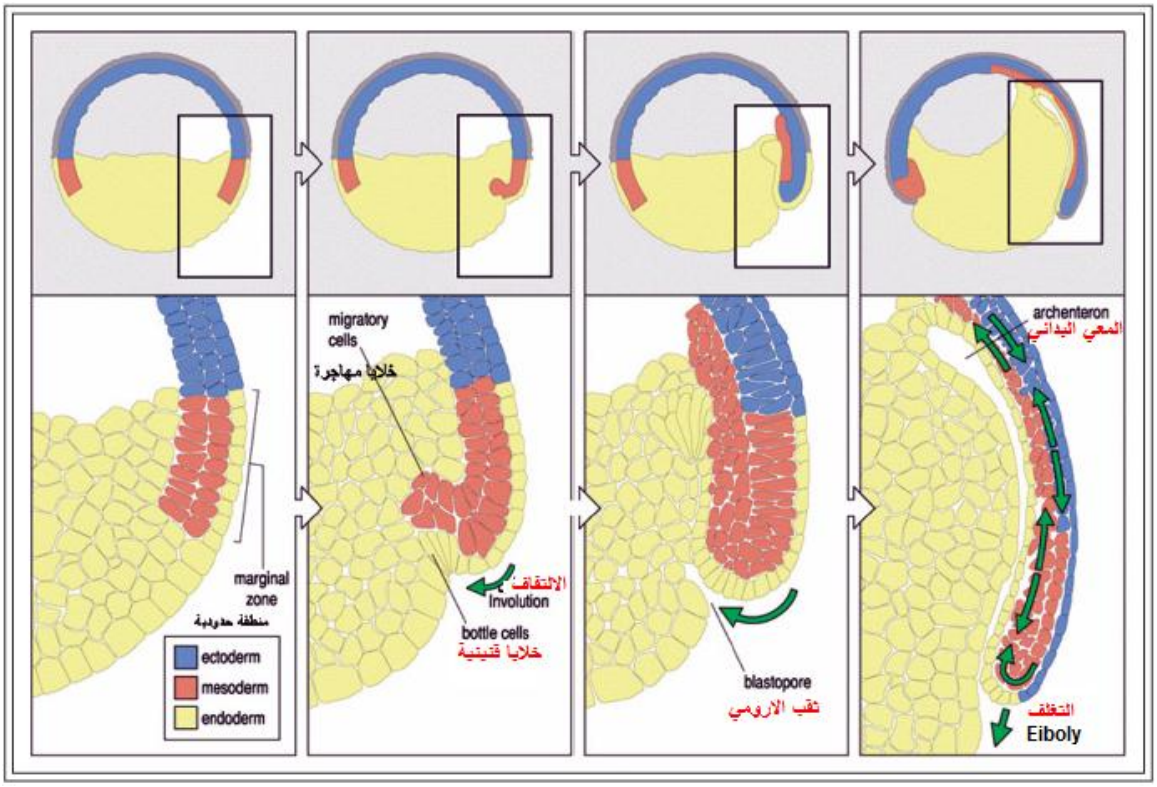
المعيدة Gastrula :

هو ذلك الطور الذي يعاد خلاله انتشار وتوزيع المواد المكونة للاريمة بطريقة بحيث يتكون جنين طبقي يدعى بالمعيدة gastrula . أن الحوادث التي بواسطتها تتغير الاريمة إلى معيدة تدعى بتكوين المعيدة gastrulation .

تبدأ عملية تكوين المعيدة بتغيير شكل خلايا معينة من الأديم الباطن المستقبلي في منطقة تحت خط استواء الاريمة. تتخذ هذه الخلايا شكلاً متطاولاً مشابهاً لشكل القنينة وتتحرك باتجاه الداخل (شكل10-1) . تبقى اعناقها التي تطول باستمرار متصلة مع سطح الاريمة وفي الوقت الذي تتحرك أجسامها الخلوية الكبيرة نحو الداخل يحصل سحب على طول أعناقها الرفيعة مما يؤدي إلى حدوث ثلمة أو فجوة على سطح الأريمة. باستمرار تضاعف ونحافة الخلايا القنينية الشكل bottle cells فان الثلم indentation أو الانبعاج للداخل invagination يتعمق اكثر فاكثر وبسبب الحركات فان الانبعاج هذا سيتوسع تدريجياً ليكون الجوف المعيدي gastrocoel . يطلق على الثلم اسم الفتحة الأرومية blastopore وهي فتحة الجوف المعيدي للخارج. لقد سبق وان بينا أن منطقة القطب الحيواني هي مستقبل النهاية الأمامية للجنين أما الآن فالفتحة الأرومية تعين النهاية الخلفية له. وبسبب كون الأديم الظاهر العصبي المستقبلي والحبل الظهر المستقبلي يعينان الجانب الظهري للجنين فان المنطقة فوق الفتحة الأرومية مباشرة يمكن القول عنها بأنها الشفة الظهرية للفتحة الأرومية dorsal lip of blastopore . تمتد الفتحة الأرومية تدريجياً وبصورة دائرية إلى الجانبين وبهذا تصبح بشكل هلالي ثم بشكل حذوة الحصان واخيراً بشكل دائري وتبعاً لذلك فان المناطق المحيطة بالفتحة الأرومية من الجوانب تمثل الشفتين الجانبيتين لها lateral lips. أما المنطقة تحت الفتحة الأرومية اي الى الجهة البطنية منها فتمثل الشفة البطنية ventral lips . وأن المصطلحات ظهري وجانبي وبطني تشير فقط إلى مواقع من الشفة التي هي عبارة عن دائرة مستمرة.

ولو أن الفتحة الأرومية تقع في البداية ضمن الأديم الباطن المستقبلي الخالي من الصبغة إلا أنه نجد في الوقت الذي تكمل الفتحة شكلها الدائري يكون النسيج الصبغي الغامق لنصف الكرة الحيواني قد وصل إلى شفاهها وبهذا يصبح الجنين كله مغطى بخلايا أصلها من نصف الكرة الحيواني فقط ما عدا كتلة دائرية من الخلايا المحية فاتحة اللون والعائدة لنصف الكرة الخضري والتي تدعى بالسداد المحي yolk plug داخل الفتحة الأرومية الدائرية .

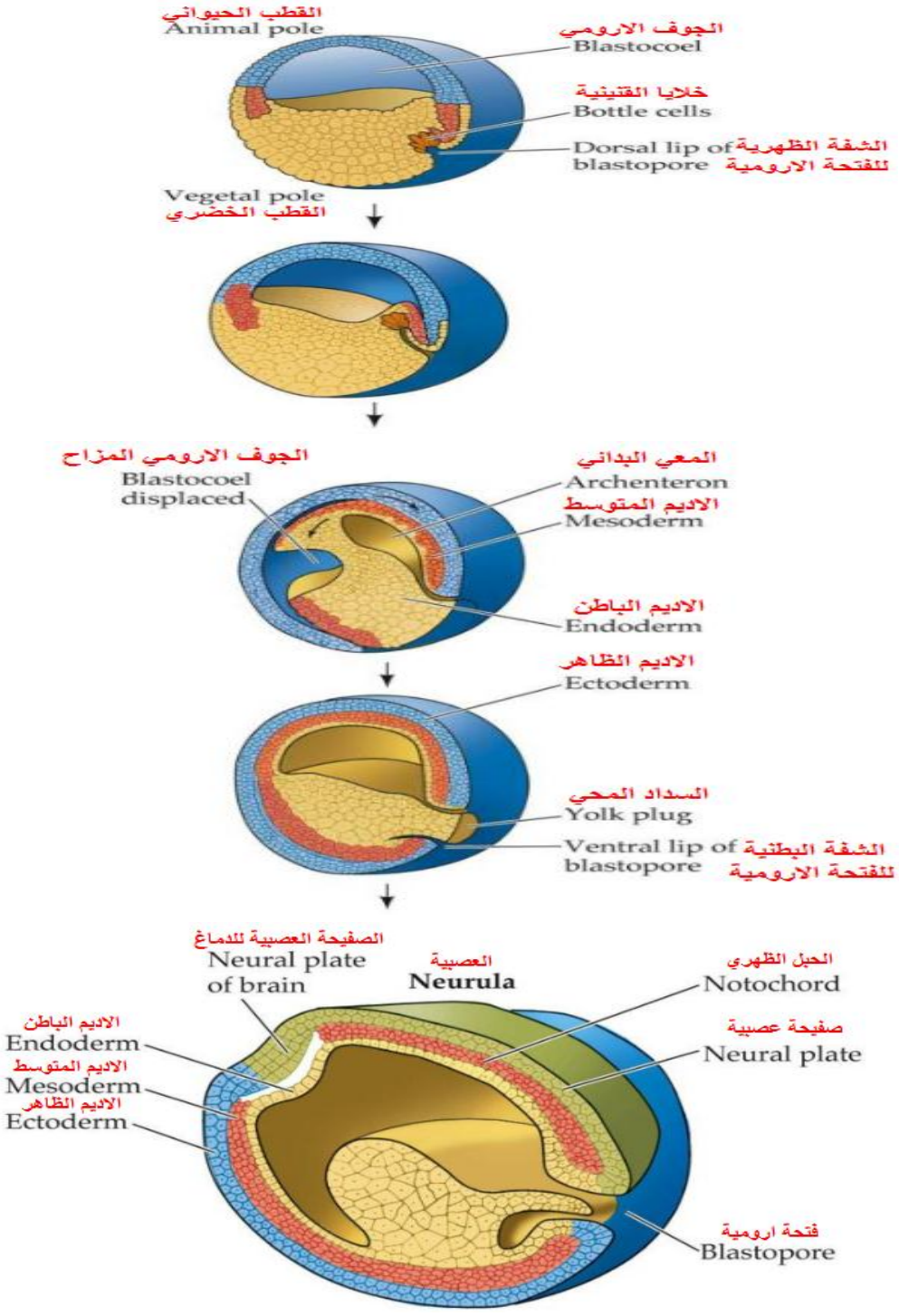


شكل 10-1 . يوضح انتكاس الخلايا القنينية للداخل اثناء تكوين المعيدة للضفدع

الان لو أعدنا النظر إلى الخارطة المصيرية للأريمة نجد أن أول الخلايا التي تعاني الالتفاف هي التي تكون محاذية للشفة الظهرية للفتحة الأرومية والتي هي عبارة عن خلايا تعود للأديم الباطن المستقبلي فاذا ما استمرت هذه الخلايا بدخولها الى الداخل تتبعها المناطق الأخرى لتحل محلها. لذا فان شفاه الفتحة الأرومية ليست هيئة تركيبية ثابتة وانما دائمة التغيير وذلك عن طريق دورات الخلايا السطحية فيها واتجاهها إلى الداخل .

ستكون خلايا الأديم الباطن الداخلة أولاً جزء من المعي foregut في المستقبل . يتبع هذه الخلايا بالدخول خلايا الصفيحة قبل الحبلية المستقبلية والتي ستكون الأديم المتوسط للرأس ثم خلايا الحبل الظهري المستقبلي و الأديم المتوسط المستقبلي من الجانبين حيث تتخذ مواضعها الجديدة في الداخل (شكل10- 2). ولو ان كلامنا منفصلاً عن حركة خلايا الحبل الظهري المستقبلي والاديم 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 (شكل10-2) 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 يبقي الأديم الظاهر العصبي والبشري المستقبلي على السطح حيث يكون موضع الأول على طول الجهة الظهرية الوسطية للجنين شكل (10– 2) . من الجدير بالذكر ان الجنين خلال عملية تكوين المعيدة يستبقي شكله الكروي وحجمه المنتظم في حين يزداد حجم الجوف المعيدي gastrocoel أو ألمعي البدائي archenteron ويقل حجم الجوف الأرومي تدريجياً الى أن يختفي في النهاية و يحل محله الجوف المعيدي.



شكل 10–2. تكوين المعيدة في البرمائيات

تكون خلايا الأديم الباطن المندفعة أولاً جزءاً من مقدمة الجوف المعيدي أي جزءاً من قسمه الأمامي وجوانبه وقعره. أما بقية الجوف المعيدي فتكون الصفيحة 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 الخضري المحية المكونة للأديم الباطن القسم الأكبر من قاعه.

يستمر انقسام خلايا هذا القسم من القاع وخاصةً الواقعة في جوانبه مكونة حافتين حرتين للأديم الباطن تنموان إلى 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.

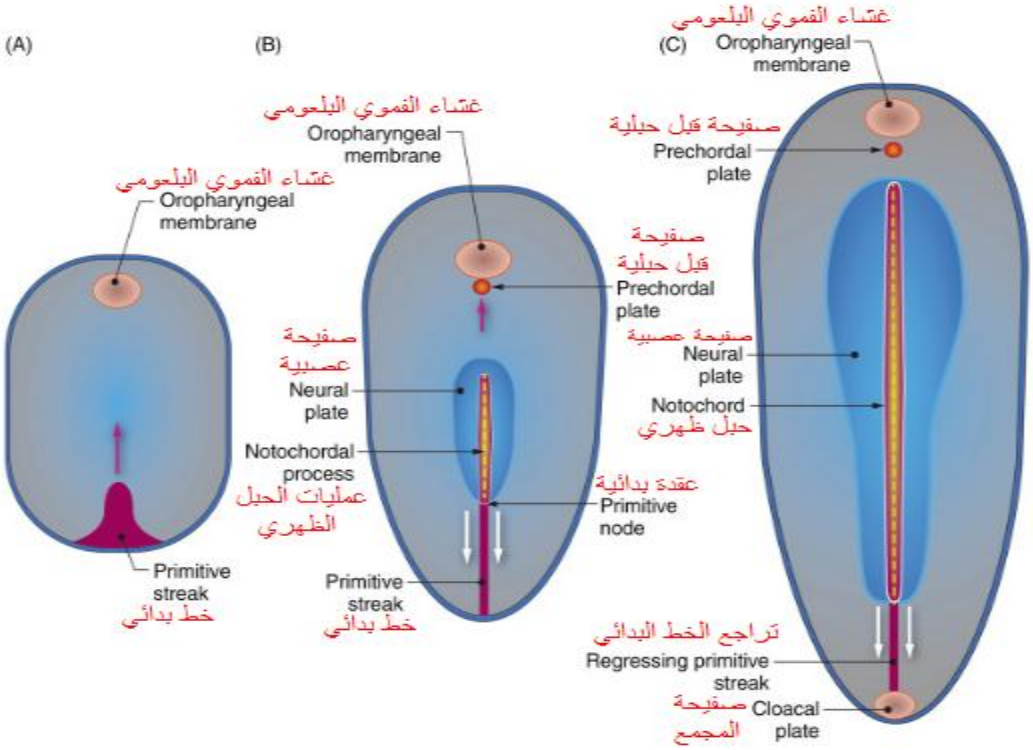
في الوقت الذي تنمو فيه حافتا قاع الجوف المعيدي العائدتان للأديم الباطن بالاتجاه العلوي لتكون طبقة الاديم الباطن المتكاملة تنمو صفيحتا الأديم المتوسط والواقعتان على جانبي شريط الحبل الظهري بالاتجاه السفلي. وهكذا تستمران في نموهما بين طبقتي الأديم الظاهر الخارجية والأديم الباطن الداخلية وفي الأخير تلتحمان مع الأديم المتوسط الناتج من اندفاع الخلايا من الشفاه الجانبية والبطنية للفتحة الأرومية في الخط الوسطى البطني. من الجدير بالذكر هنا أن عملية الالتفاف للخلايا في منطقة الفتحة الأرومية تكون على أوجها عادةً 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 وقطبه الحيواني للأعلى . هذا بسبب موقع الجوف الأرومي ضمن النصف الحيواني اللجنين ويميل لأن يكون أخف من النصف الخضري الذي تكون خلاياه مملؤة بالمح الثقيل . أن تكوين الجوف المعيدي ضمن الجزء الظهري من الجنين يخفي الجوف الأرومي تدريجياً وان الجنين يدور بحيث يصبح الجوف المعيدي الجديد للأعلى أي يصبح محور الجنين موازياً للسطح .

تكوين العصيبة Neurula

باستمرار النمو وبعد اكتمال تكوين المعيدة يصغر السداد المحي ويتحول إلى شكل كمثري و كذلك ينسحب الى الداخل وتصغر الفتحة الأرومية وتتقارب شفتاها الجانبيتان تدريجياً الى أن تلتقي ثم تلتحم مكونة أخدوداً طولياً يدعى بالخط البدائي primitive streak (شكل 10-3). لهذا الخط فتحتان ظهرية وبطنية . الفتحة الظهرية في مقدمة الخط وتدعى بالنقرة البدائية primitive pit والفتحة البطنية في مؤخرة الخط والتي سرعان ما تنسد قبل الأولى تاركة انخفاضاً يدعى بالمسلك الشرجي proctodeum ينفتح فيه المجمع cloaca في المستقبل

والذي يدعى احياناً بالشرج anus . اما الفتحة الظهرية فتبقى مفتوحة لفترة أطول ثم تنسد عند تكوين الصفيحة العصبية neural plate حيث يبدأ تكون العصبية neurula والعملية تدعى تكوين العصبية neurulation .



الشكل(10-3).حث تكوين الصفيحة العصبية.

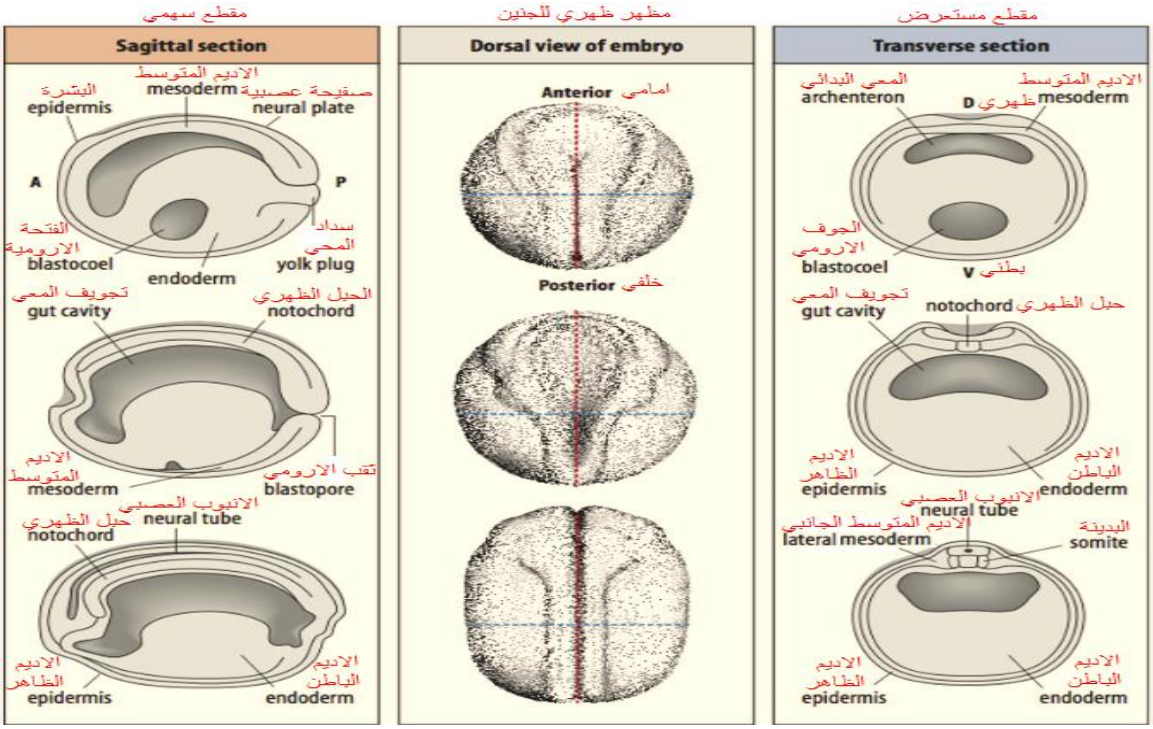
يأخذ الجنين خلال هذه العملية بالاستطالة بالاتجاه الامامي الخلفي متخذا شكلاً بيضوياً تقريباً بعد ان كان كروياً. تتميز المنطقة المسؤولة عن تكوين الجهاز العصبي عن بقية الأديم الظاهر وذلك لتركيز الصبغة في حافتيها مكونة الصفيحة العصبية neural plate حيث تقع في المنطقة الظهرية الوسطية للمعيدة (شكل 10 – 4 أو شكل 10 – 5). تكون الخلايا في هذه الصفيحة متثخنة ومتخذة شكلاً عمودياً شبيهة بذلك لخلايا النسيج الظهاري العمودي على خلاف بقية نسج الأديم الظاهر والمسؤول عن تكوين البشرة حيث يكون طبقي بسمك خليتين عادةً وخلاياه مسطحة تقريباً. باستمرار النمو تتثخن ثم ترتفع حافتا الصفيحة العصبية عن مستوى السطح العام للجنين مكونة الطيتين العصبيتين neural folds .

كذلك يظهر في نفس الوقت أخدود طولي في وسطها يكون ضحلاً في البداية ثم يتعمق تدريجياً وترتفع الطيتان العصبيتان اكثر في الوقت الذي تتقلص فيه الصفيحة العصبية عرضياً وخاصة في جزئها الخلفي . يدعى الاخدود الوسطي هذا بالأخدود العصبي neural groove والذي يكون محاطاً من الأمام والجانبين بالطيتين العصبيتين . تتقارب الطيتان العصبيتان من بعضهما واخيراً تلتحمان في المنطقة الوسطية من الجنين قرب الجزء الذي سيكون النخاع المستطيل في المستقبل أو عند المنطقة القفوية occipital region للجنين المتكون

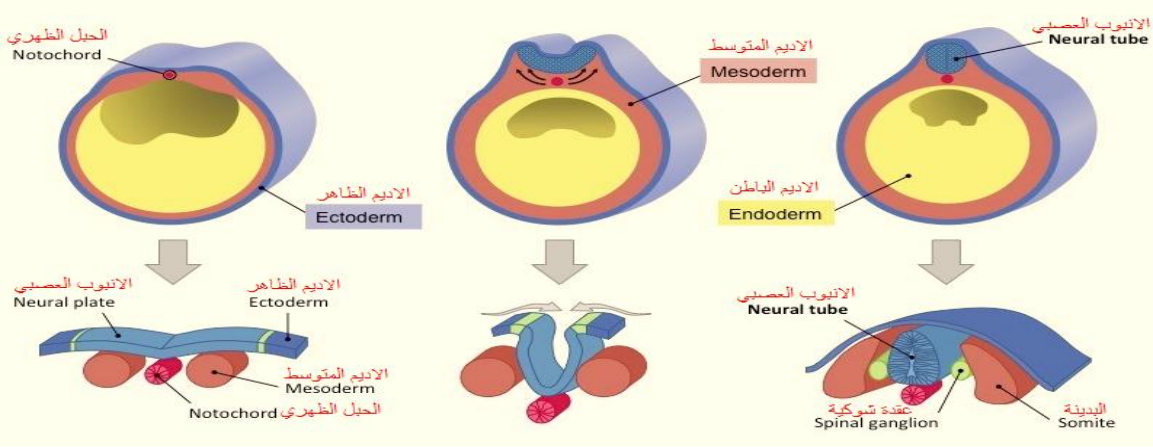
ثم يتقدم الالتحام أماماً وخلفاً فسيتكون الأنبوب العصبي neural tube (شكل 10-4) وفراغه الوسطي يدعي بالجوف العصبي neurocoel. يكتمل الالتحام عادةً في الجزء الأمامي للأنبوب العصبي قبل الجزء الخلفي له الذي يكتمل التحامه فوق الخط البدائي أو بالأحرى فوق النقرة البدائية والتي تكون في هذا الوقت قد انسدت في معظم البرمائيات حيث يمكن اعتبارها تركيب مماثل للقناة العصبية المعوية neurenteric canal والتي سبق ذكرها في موضوع النمو الجنيني للرميح.

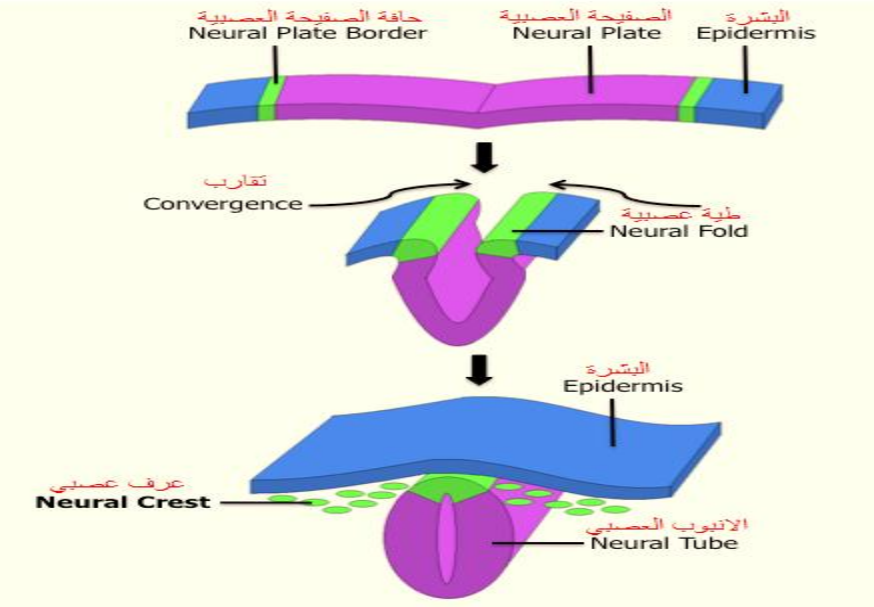
يكون الجوف العصبي واسعاً في القسم الامامي من الأنبوب العصبي ومتضيقاً في قسمة الخلفي (شكل 10-4) حيث سيكون الأول الدماغ ويكون الثاني الحبل العصبي nerve cord وضمنه القناة العصبية neural canal. أن عملية تكوين وانغلاق الصفيحة العصبية تعرف بتكوين العصيبة neurulation وأن الجنين يدعى بالعصيبة neurula حال امتلاكه للصفيحة العصبية.

بعد التحام الطيتين العصبيتين في الخط الوسطي ينفصل الأنبوب العصبي كلياً عن البشرة فوقه وان الحافتين الحرتين للبشرة تلتحمان ولذا تصبح البشرة بشكل طبقة مستمرة فوق ظهر الجنين . هناك عدد معين من خلايا الصفيحة العصبية لا تدخل ضمن تكوين الأنبوب العصبي ولا ضمن البشرة ويمكن تتبعها بشكل شريطين من الخلايا على طول حافتي الطيتين العصبيتين . بعد انفصال الأنبوب العصبي من البشرة يمكن ايجاد هذه الخلايا بشكل كتلة مسطحة غير منتظمة بين الأنبوب العصبي والبشرة فوقه ، تدعي هذه الكتلة من الخلايا بالعرف العصبي neural crest (شكل 10-5). قد يكون العرف العصبي مستمر ككتلة واحدة عبر الخط الوسطي في البداية ثم سرعان ما تنفصل هذه الكتلة الى نصف أيمن ونصف أيسر يقع كل منهما في الجهة الظهرية الجانبية للأنبوب العصبي (شكل 10-6) . لقد وجد بأن العرف العصبي يلعب دوراً خاصاً في نمو الجنين حيث سيكون في المستقبل العقد العصبية الشوكية والجهاز العصبي الودي sympathetic nervous systems والى حد ما العقد العصبية الدماغية .



شكل 10-4 . ثلاثة مراحل في تكوين العصيبة في الضفدع

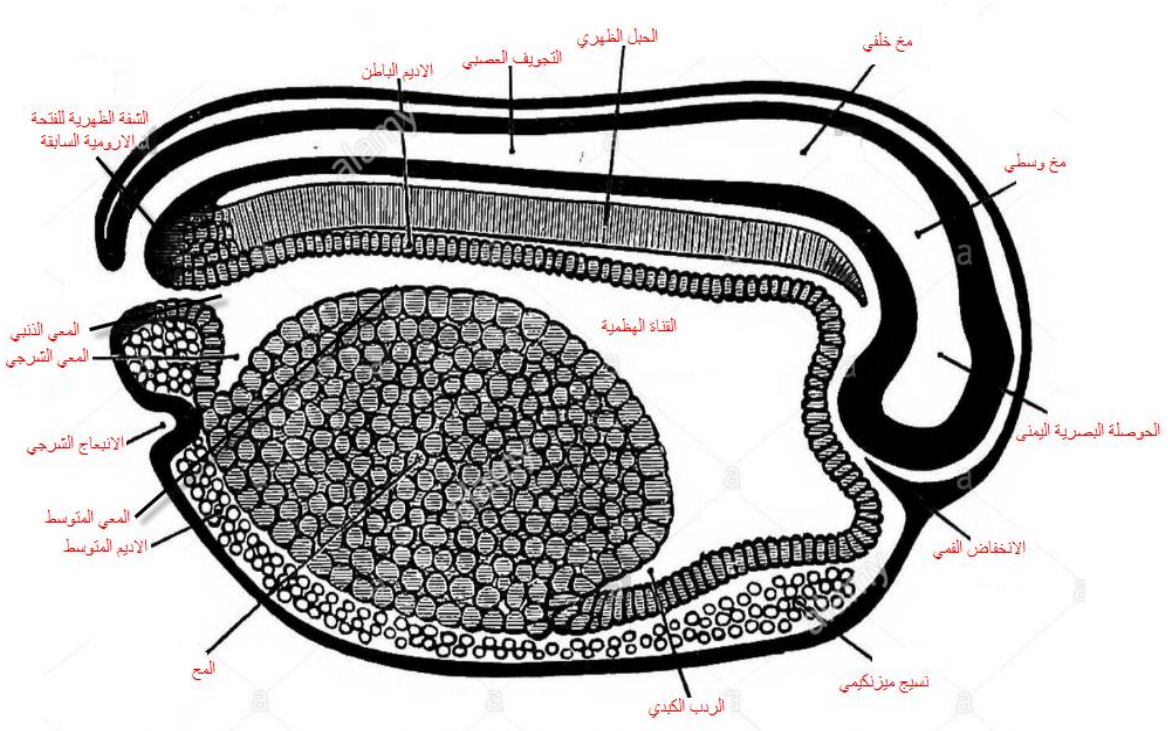




شكل 10-5 . مراحل تكوين الانبوب العصبي في البرمائيات

القناة الهضمية أو المعي Enteron

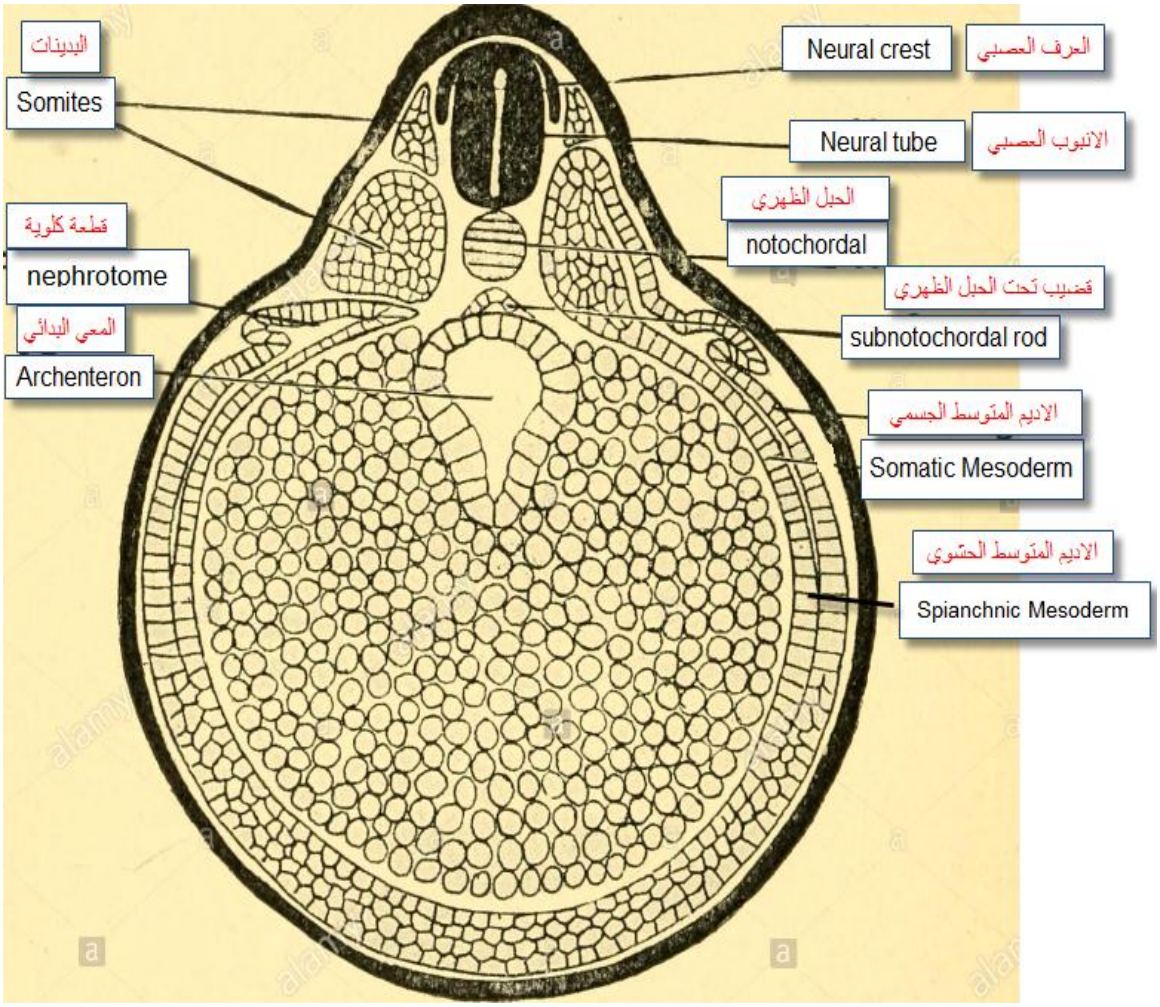
في الوقت الذي تنغلق فيه الفتحة الأرومية وتتكون الصفيحة العصبية ينفصل الحبل الظهري عند نهايته الأمامية من الصفيحة قبل الحبلية وعن الأديم المتوسط من الجانبين ويصبح شريط خلاياه بشكل حبل أسطواني يظهر مستديرة في المقطع العرضي . تنفصل الصفيحة قبل الحبلية نفسها عن الأديم الباطن المجاور لها وان هذا الجزء من الأديم الباطن ينغلق فوراً تحت الصفيحة قبل الحبلية فيتكون جزء المعي الامامي foregut والذي يكون محاطة من جميع جوانبه بالأديم الباطن و يتوسع تدريجياً وهو الذي يفتح الفم في نهايته الأمامية في المستقبل وكذلك تتكون على جانبية الجيوب البلعومية. أما المعي المتوسط midgut فيتكون نتيجة التحام الحافتين الحرتين للأديم الباطن النامية من جوانب قاع الجوف المعيدي ويكون متضيقاً عادةً حيث يكون قاعة سميكاً جداً لوجود خلايا الأديم الباطن الكبيرة والمحملة بالمح في هذه المنطقة . أما القسم الخلفي للقناة الهضمية والذي يلي المعي المتوسط ويمتد منه فيدعى بالمعي الخلفي hindgut ويكون مجاوراً للفتحة الأرومية أو بالأحرى الخط البدائي بعد انسدادها . ينقسم ألمعي الخلفي إلى جزء علوي متضيق ويدعى بالمعي الذنبي tailgut وجزء سفلي متوسع ويدعى بالمعي الشرجي analgut (شكل 10- 6). يشبه المعي الذنبي القمع تتجه قمته المستدقة نحو النقرة البدائية مستمرة مع شفاه الفتحة الأرومية الملتحمة . أما المعي الشرجي فيتجه نحو المسلك الشرجي proctodeum لتلتحم نهايته مع أديم الظاهر مكوناً الصفيحة الشرجية anal plate التي سيفتح فيها الشرج anus او الفتحة المجمعية cloacal opening في المستقبل .



شكل 10-6 . نصف عصبية متقدمة في النمو للضفدع

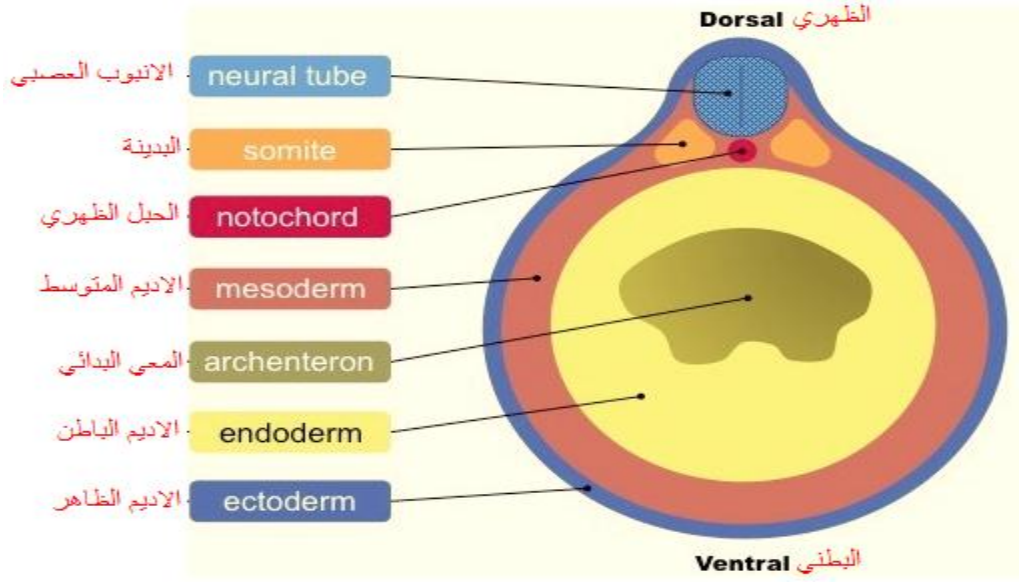
الأديم المتوسط Mesoderm

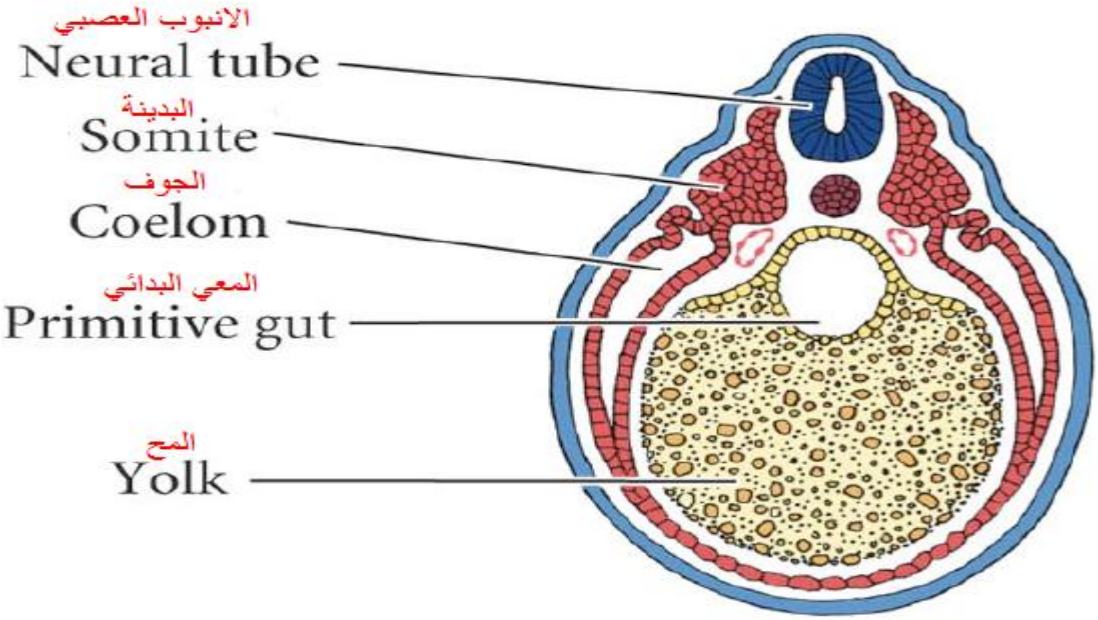
عندما يتخذ الحبل الظهري شكله المميز وينفصل عن الأديم المتوسط من الجانبين كما ذكر ذلك مسبقاً فان القسم الظهري من الأديم المتوسط dorsal mesoderm او القسيمة العليا epimere المجاور للحبل الظهري والذي يكون متثخناً (بسبب تقارب خلايا الأديم المتوسط في هذه المنطقة خلال عملية تكوين المعيدة) ينقسم إلى سلسلة من القطع بواسطة شقوق عرضية ، تدعى هذه القطع بالبدينات somites . أما الأجزاء الجانبية والبطنية الرقيقة لصفيحتي الأديم المتوسط فلا تنقسم إلى مثل هذه القطع وتدعى كل من هاتين الصفيحتين الرقيقتين بالصفيحة الجانبية lateral plate أو القسيمة السفلى hypomere . تكون كل بدينة منفصلة عن التي تجاورها ولكنها تبقى مرتبطة مع الحافة الظهرية للصفيحة الجانبية بواسطة شريط من الخلايا يدعى بالأديم المتوسط الوسطي intermediate mesoderm او القسيمة الوسطية mesomere والتي تتقطع تعقيلياً أيضاً وتدعي كل من هذه القطع أحيانا بالقطعة الكلوية nephrotome . أن هذا الجزء من الأديم المتوسط هو المسؤول عن تكوين الجهاز الابرازي للجنين (شكل A7-10).



شكل A7-10 مقطع عرضي في عصبية الضفدع يوضح تكامل تكوين الانبوب العصبي

تنقسم الصفيحة الجانبية للأديم المتوسط إلى طبقتين خارجية وداخلية في حوالي نفس الوقت الذي يحدث فيه تقطع الجزء الظهري للأديم المتوسط إلى بدينات . الطبقة الخارجية وتكون مجاورة للاديم الظاهر وتعرف بالأديم المتوسط الجسمي somatic mesoderm . أما الطبقة الداخلية فتكون مجاورة للأديم الباطن وتدعى بالأديم المتوسط الحشوي spianchnic mesoderm . يدعي التجويف الضيق بين هاتين الطبقتين بالجوف coelom (شكل B7-10). يتوسع هذا الجوف في المراحل القادمة ويكون الجوف الجسمي للحيوان البالغ . كذلك تظهر تجاويف صغيرة في البدينات ولكنها تختفي بعد ذلك دون ترك أي أثر لها من الجدير بالذكر أنه لا يوجد اي اتصال بين الفراغات الجوفية في الأديم المتوسط للبرمائيات وبين تجويف المعي البدائي مطلقاً .





شكل B7-10 مقطع عرضي في عصبية الضفدع يوضح الجوف الجسمي