الفصل الخامس

الأسبوع الثالث
من التطور الجنيني

Trilaminar Embryonic Disc
القـرص المضغـي الثلاثي الصفيحة

يترافق هذا الأسبوع مع الطمث الغائب الأول ، وهو الإشارة الأولى لحدوث الحمل، ويمكن التأكد من ذلك بكشف موجهات القند المشيمائية البشرية HCG، التي تفرزها الأرومة الغاذية بالمصل أو البول .

يدعى هذا الأسبوع : أسبوع الثلاثيّات وذلك للأسباب الآتية :

- يحدث في هذا الأسبوع تثليث القرص المضغي .
- يتم في هذا الأسبوع تشكل ثلاثة أنواع من الزغابات المشيمائية : أولية وثانوية وثالثية أو وظيفية .
- يتم تكون ثلاثة تراكيب مهمة في القرص المضغي وهي : الخط البدائي Primative Streake والحبل الظهري Notochord والقناة العصبية Neural Tube .

تكون المعيدة Gastrulation

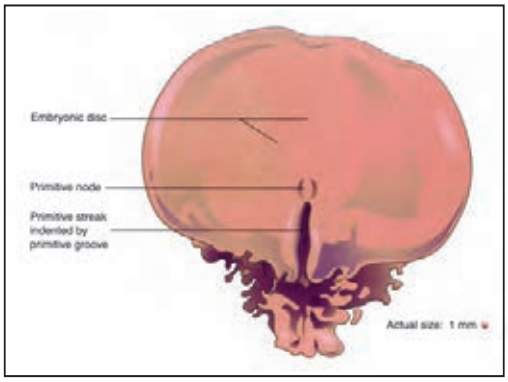
هذه العملية هي التي توطد الطبقات المنشئة الثلاثة في الجنين ، وتتميز هذه المرحلة بهجرات خلوية واسعة عبر الخط البدائي ، وظهور المعي البدائي الأمر الذي أدى إلى تسمية المضغة خلال هذه الفترة باسم : مُعيدة Gastrula . وفي نهايته ، تبدأ الوريقات بالتمايز إلى مشتقاتها النهائية ، وسنعمد إلى وصف المراحل الشكلية المميزة لحادثات تشكل المعيدة .

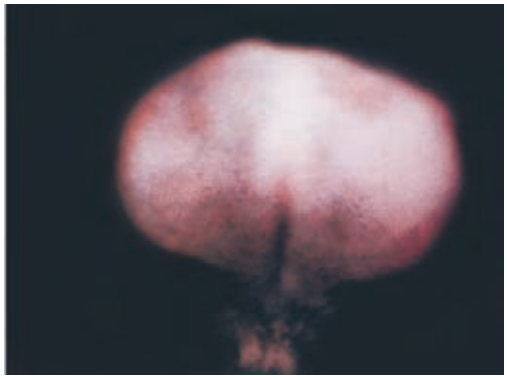
الخط البدائي (التلم البدائي) Primative Streak :

يظهر نحو اليوم الخامس عشر ، على شكل تكثف خلوي ناتج عن هجرة خلايا من الأرومة العلوية ، إلى المنطقة المقابلة لظهور الصفيحة أمام الحبلية من القرص المضغي . ثم يتمايز هذ التكثف على شكل أخدود ضيق مع تبارز خفيف على جانبيه لينمو طولياً باتجاه الأمام ، مشكلاً الخط البدائي Primative Streak ، وسريعاً تظهر فيه ملامح شكلية خاصة : الميزابة البدائية Primative Groove ، التي تحفره على طوله ، محددة للأعلى

بإنثنائين بدائيين Primative Fold's ، ومنتهياً في الأمام بتكتل خلوي يدعى العقدة البدائية Primative Knot (أو عقدة هنسن Hensen knot) ، يتوسط هذه العقدة انخفاض على شكل حفيرة تدعى الوهدة البدائية Primative Pit .

يحدد الخط البدائي المحور الأمامي الخلفي للقرص المضغي ، وجانبيه الأيمن والأيسر . وينمو بالاتجاه الرأسي ليصل إلى أقصى طوله ، ثم يبدأ بالتراجع إلى النقطة التي بدأ منها حيث يتلاشى ويختفي ، وقد يشكل في حالات نادرة أوراماً مسخية Teratoma عند بقاء أجزاء منه في الناحية العجزية العصعصية، وهذه الأورام تحتوي عموماً على أنسجة مشتقة من الوريقات الثلاثة كلها .





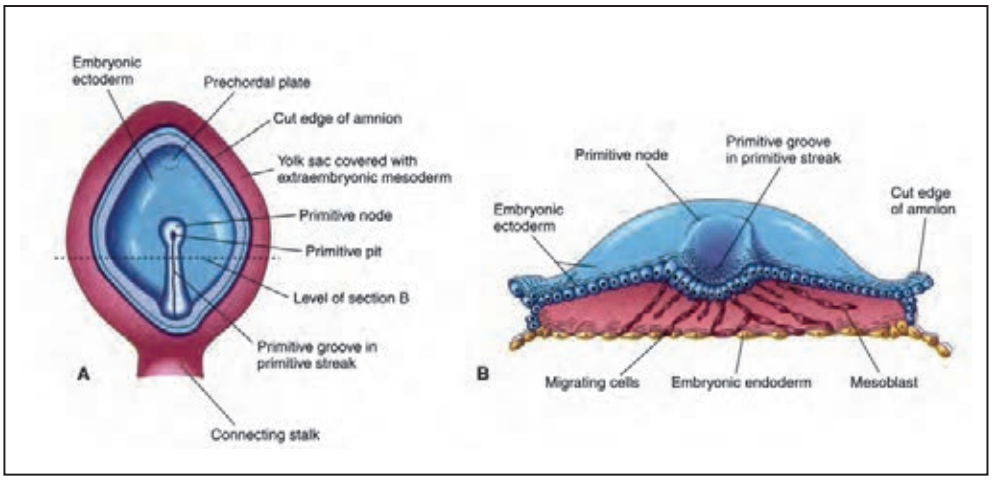
الشكل (5 - 1): جنين بعمر 16 يوم يشاهد من الناحية الظهرية، لاحظ تشكل الخط (التلم) البدائي.

تشكل القرص المضغي الثلاثي الصفيحة :

تهاجر خلايا من الأرومة العلوية باتجاه الخط البدائي ، وعندما تصل منطقة الخط ، تنفصل وتنزلق تحت الأرومة العلوية باتجاه الداخل ، وتعرف هذه الحركة المتجهة إلى الداخل باسم الانغلاف Invagination ، وحالما تنغلف الخلايا القادمة من الأرومة العلوية ، يزيح بعضها خلايا الأرومة السفلية مشكلاً الأديم الباطن Endoderm ، بينما يمتد بعض هذه الخلايا بين الأرومة العلوية و الأديم الباطن الذي تخلّق حديثاً، ليشكل الأديم المتوسط Mesoderm ، وتشكل الخلايا التي تبقى في طبقة الأرومة العلوية طبقة

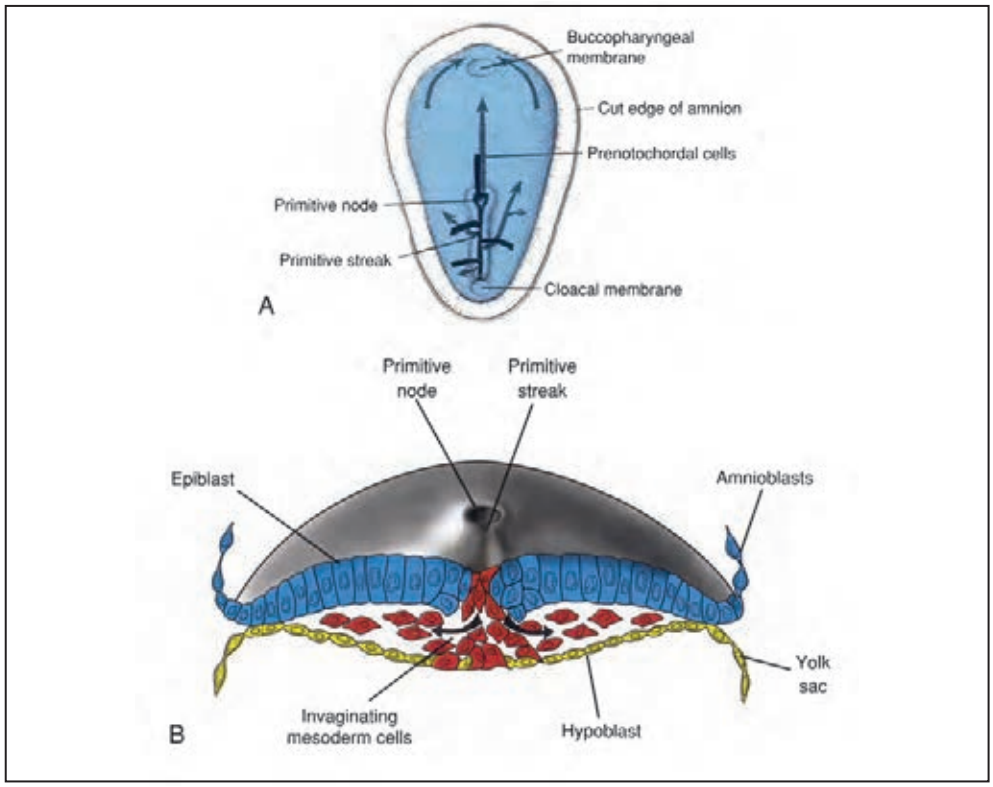
الأديم الظاهر Ectoderm ، وهكذا نجد من خلال تشكل المعيدة أن طبقة الأرومة العلوية Epiblast هي مصدر جميع الطبقات المنشئة ، وأن خلايا هذه الطبقات الثلاث تشكل جميع النسج و الأعضاء في الجنين .

ومن الجدير بالذكر أن هذه الطبقات الثلاث ترد في بعض المراجع باسم الوريقات الثلاث : الوريقة الظاهرة والمتوسطة والباطنة كمرادفات للأديم الظاهر والمتوسط والباطن، وذلك لتسهيل فهم هذه الطبقات ، وسنعمد نحن أيضاً لإيراد ذلك .



الشكل (5- 2) جنين بعمر 16 يوم، لاحظ تشكل الخط البدائي والأديم المتوسط داخل المضغي مع هجرة الخلايا من الخط البدائي بعملية الإنغلاف.

تبقى الوريقتان الظاهرة والباطنة متماسكتين في سوية الصفيحة أمام الحبلية، لتشكل فيما بعد الغشاء الفموي البلعومي Bucco Pharyngeal Membrane، كما يتشكل غشاء مماثل بالجهة المقابلة يقع خلف الخط البدائي يدعى الغشاء المَذْرقي Cloacal Membrane.



الشكل (5 – 3) صورة ترسيمية توضح اتجاهات الهجرة الخلوية ضمن القرص المضغي.

تكوّن الحبل الظهري Notochord :

وهو أحد التطورات المهمة والضرورية لإعطاء الدعم المحوري المؤقت للقرص المضغي ريثما يتم نمو العمود الفقري وتطوره ، ويمر تكونه بالمراحل الآتية:

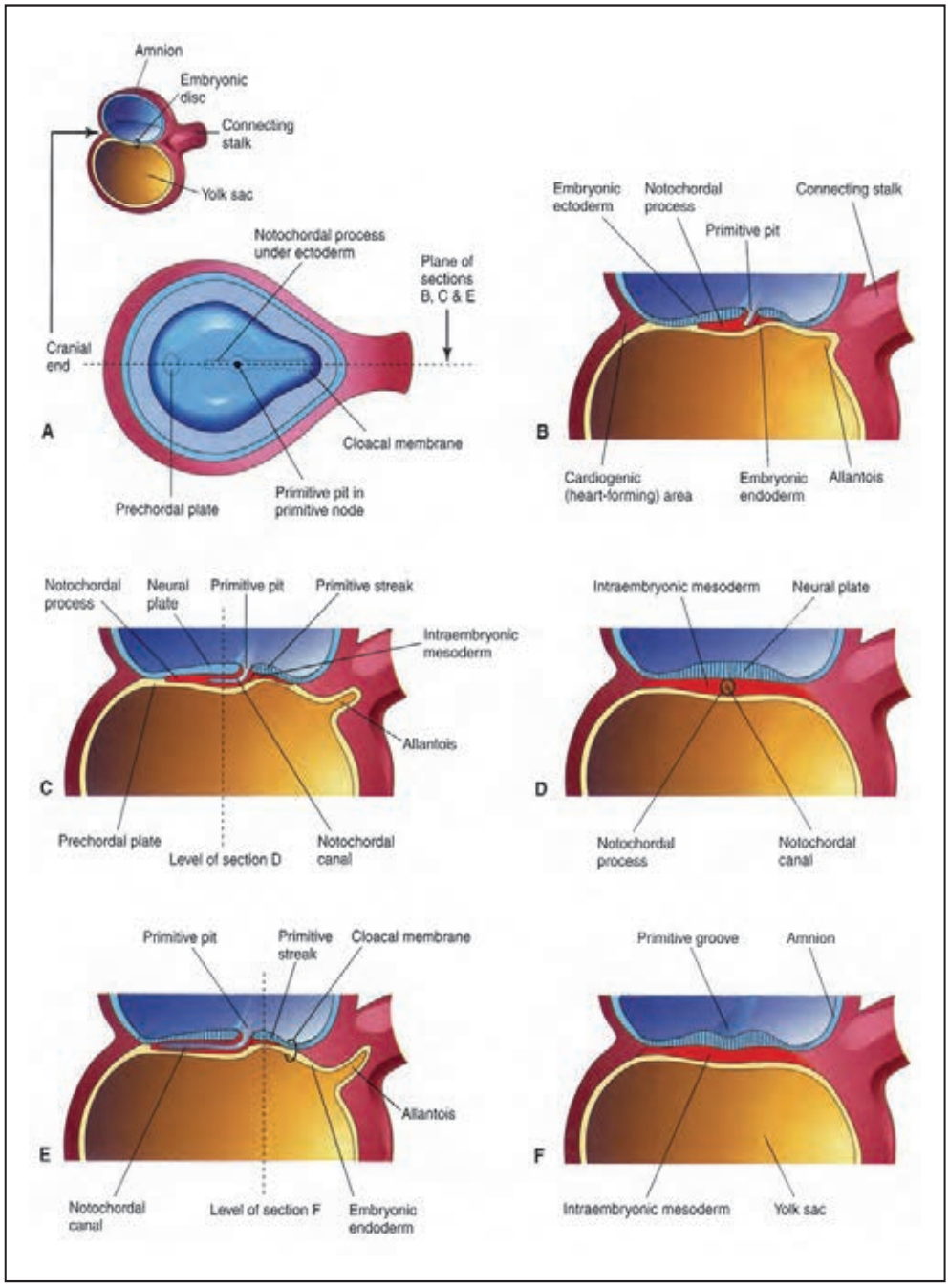
- تتجمع الخلايا المهاجرة عبر الوهدة البدائية أمام العقدة البدائية (عقدة هنسن) مشكلة حبلاً خلوياً بين الوريقتين الظاهرة والباطنة ، يستطيل ليبلغ حدود الصفيحة أمام الحبلية ، يدعى باسم الاستطالة الرأسية (النتوء الرأسي) Notochordal Process .
- تنمو الوهدة البدائية ضمن الاستطالةالحبلية الظهرية ، مفرغة إياها ومحولة لها إلى قناة تدعى القناة الحبلية الظهرية Notochordal Canal .
- تلتحم أرضية هذه القناة مع الوريقة الباطنة أسفلها في نقاط متعددة .

- تزداد نقاط الالتحام هذه، ثم تتحلل وتختفي، مؤدية إلى انفتاح جوف القناة على جوف الكيس المحي، وفي النهاية يزول جدار القناة السفلي مع القسم الملاصق له من الوريقة الباطنة، فتتحول القناة إلى صفيحة مقعرة باتجاه الكيس المحي تدعى الصفيحة الحبلية الظهرية Notochordal Plate .
- ترتفع أطراف الصفيحة وتتقارب على الخط المتوسط، وتلتقي ثم تلتحم وتنفصل عن الوريقة الباطنة ثانية، وتتكاثر خلاياها ليظهر لدينا حبل خلوي مصمت هو الحبل الظهري النهائي Definitive Notochord .
- ومع تراجع الخط البدائي، يستمر تشكل وتطاول الحبل الظهري ، بينما تبقى قناة صغيرة مفتوحة في سوية العقدة البدائية تصل ما بين الجوف السلوي والكيس المحي تدعى القناة العصبية المعوية Neurenteric canal ، تنغلق بعد اكتمال تراجع الخط البدائي .
- يؤدي الحبل الظهري دوراً تحريضياً ومنظماً مهماً خلال تشكل العُصيبة Neurula، وهو بنية مؤقتة سوف يختفي بعد تشكل الفقرات ، لينتهي إلى النواة اللبية Nucleus pulpous للأقراص بين الفقرية .

تشكل السِقاء (الوَشيقة) Allantois :

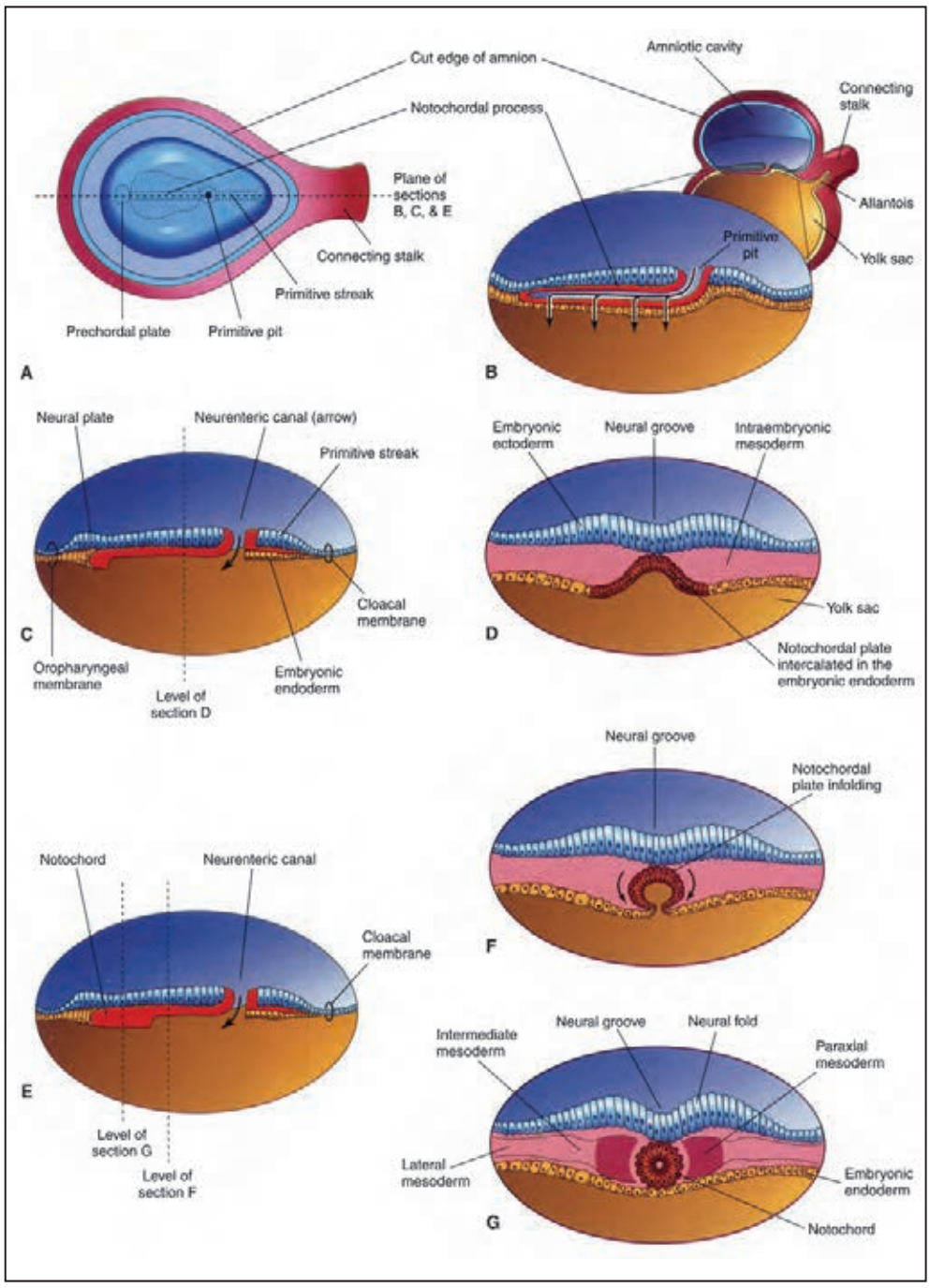
تظهر نحو اليوم السادس عشر ، كردب أعور من جدار الكيس المحي الخلفي، ينمو ضمن سويقة الاتصال . وتعد قليلة الأهمية عند جنين الإنسان ، فتبقى رديمية لتنتهي فيما بعد الى الرباط السري المثاني الأوسط .

تشترك السقاء في تكوين الدم باكراً عند الإنسان ، وفي تطور المثانة البولية، كما أن أوعيتها الدموية تصبح الشرايين والأوردة السرية .



الشكل (5 – 4) تشكل الحبل الظهري، لاحظ تشكل القناة الحبلية الظهرية.

(A) مشهد ظهري للقرص المضغي بعمر 16 يوم بعد نزع السلى، (B) مقطع سهمي ناصف، يلاحظ فيه تشكل الأستطال (النتوء) الحبلي الظهري، (C,E) مقطع سهمي ناصف، (D,F) مقطع عرضي.



الشكل (5 - 5) تشكل الحبل الظهري ، لاحظ انغلاق الصفيحة الحبلية .

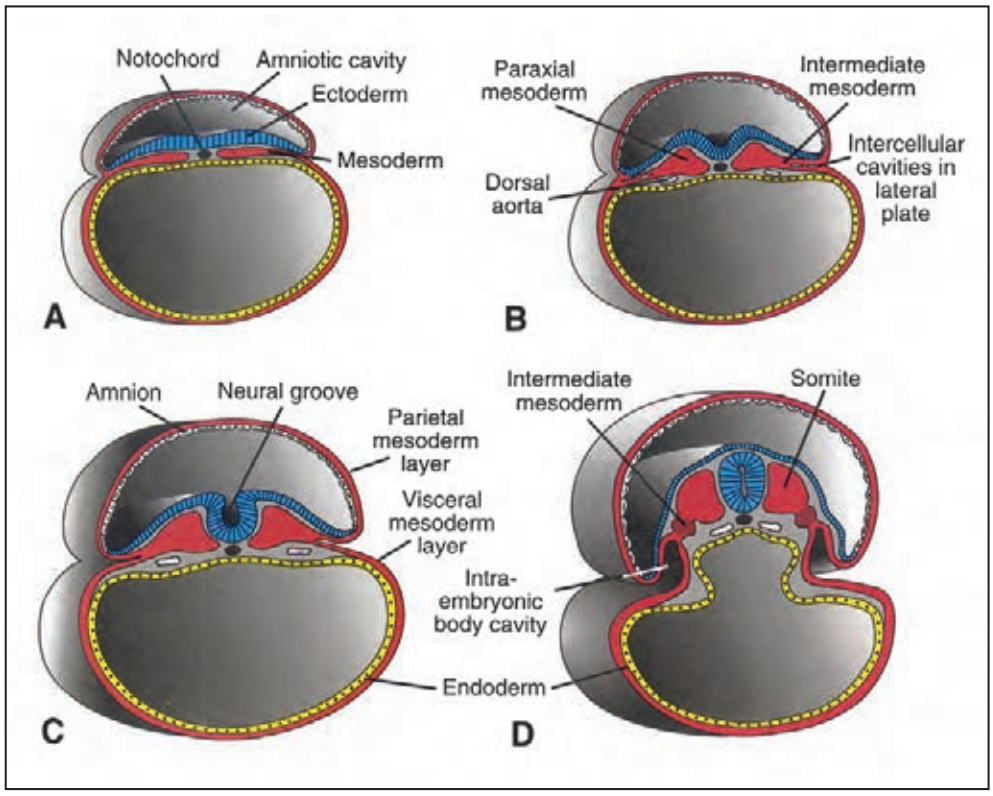
(A) مشهد ظهري للقرص المضغي لجنين بعمر 19 يوم ، (B,C,E) مقطع سهمي ناصف ، (D,G) مقطع عرضي، (F) انغلاق الصفيحة الحبلية الظهرية.

نمو القرص المضغي Growth of the Embryonic Disc :

يبدأ القرص المضغي منبسطاً ومدوراً في معظمه ، ثم يتطاول تدريجياً ويكون أكثر عرضاً في المنطقة الرأسية وذلك بسبب استمرار ما يأتيها من هجرات خلوية متتالية تتجه إليها من منطقة الخط البدائي .

ويستمر انغلاف الخلايا السطحية في منطقة الخط البدائي والهجرات المتتالية أمامياً وجانبياً حتى نهاية الأسبوع الرابع . يبدي الخط البدائي وحتى تلك المرحلة تراجعاً وتغيرات تدرّكية degradation لينكمش بسرعة ثم يختفي .

ولما كان الخط البدائي يستمر في تقديم الخلايا الجديدة حتى نهاية الأسبوع الرابع فإن لذلك دلالة مهمة في تطور الجنين . حيث تبدأ الطبقات المنشئة في الجزء الرأسي تمايزها النوعي منذ منتصف الأسبوع الثالث ، بينما يبدأ التمايز في الجزء الخلفي (الذيلي) في نهاية الأسبوع الرابع . وهذا مايجعل انطلاق تطور الجنين يبدأ من الناحية الرأسية باتجاه الخلف .



الشكل (5 - 6) تطور الأديم المتوسط داخل المضغي

تطور الزغابات المشيمائية Chorionic villi :

تمر الأرومة الغاذية خلال فترة تطورها وتمايزها في ثلاثة أنواع من الزغابات المشيمائية:

- الزغابات المشيمائية الأولية Primary Chorionic Villi :

وتبدأ في الظهور قرب نهاية الأسبوع الثاني حيث تتكون كل زغابة من : لب مركزي من الأرومة الغاذية الخلوية مغطاة بطبقة من الأرومة الغاذية المخلوية .

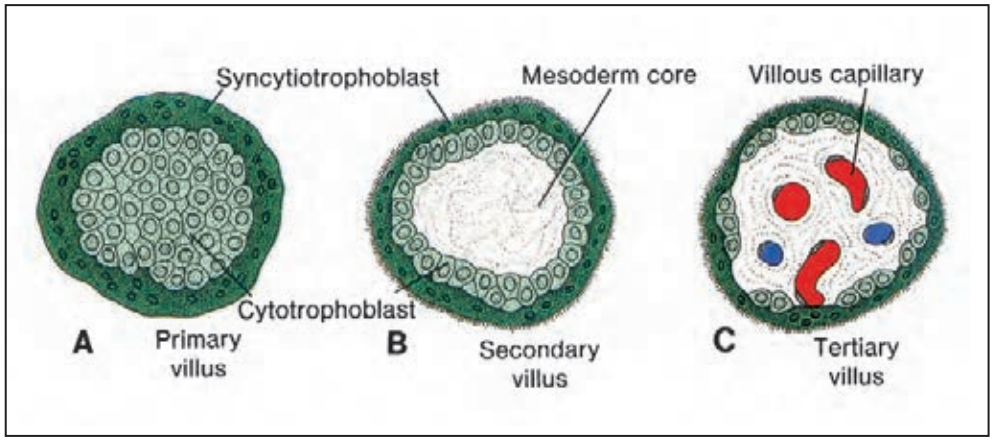
- الزغابات المشيمائية الثانوية Secondary Chorionic Villi :

وذلك منذ بداية الأسبوع الثالث ، وتتميز باندفاع خلايا من الأديم المتوسط خارج المضغي عبر لب الزغابة ، كما تزداد نمواً وتفرعاً وتطوراً .

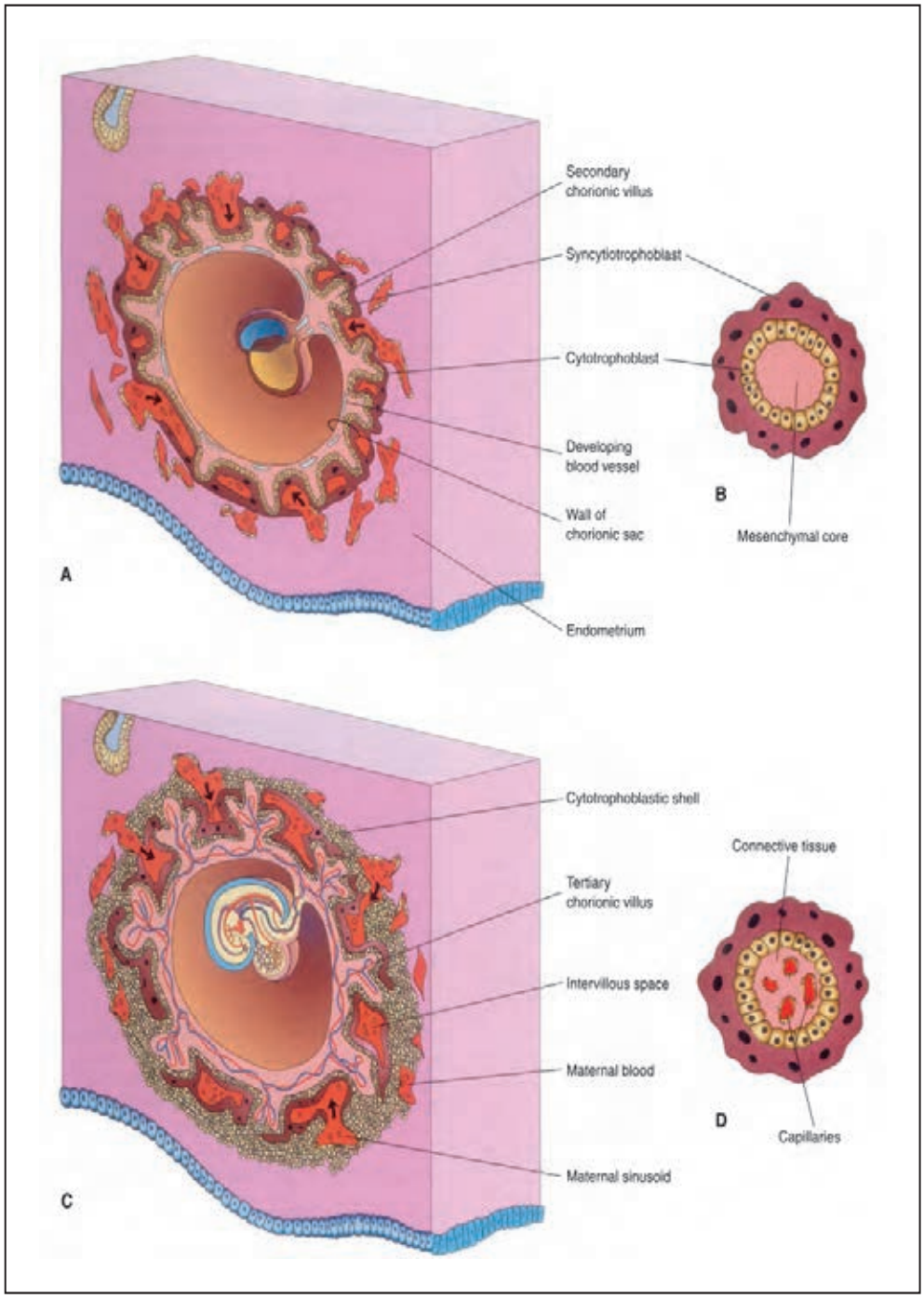
- **الزغابات المشيمائية الثالثية أوالنهائية Difinitine or Tertiary Chorionic Villi :**

وذلك مع نهاية الأسبوع الثالث ، حيث تتميز بظهور شبكة وعائية ضمن النسيج المتوسط المتوضع في لب الزغابة ، مشكلاً الجهاز الوعائي الشعري الزغابي ، والذي يتصل بدوره مع الأوعية الشعرية التي تتطور في الأديم المتوسط (خارج المضغي) وسويقة الاتصال ، لتحقق فيما بعد الاتصال بين المشيمة والجنين .

خلال تكون الزغابات ، تمتد خلايا الأرومة الغاذية الخلوية لتخترق وتنفذ من طبقة الأرومة المخلوية ، حتى تتمكن من الوصول إلى البطانة الرحمية ، ثم تمتد لتتصل مع الامتدادات المشابهة من الجذوع الزغابية المجاورة ، مكونة طبقة غلافية خارجية من الأورمات الغاذية الخلوية .



الشكل (5 -7): الزغابات المشيمائية بأنواعها الثلاث.



الشكل (5 – 8): صورة ترسيمية توضح تشكل الزغابات المشيمائية الثانوية والثالثية (الوظيفية).
(A) جنين بعمر 16 اسبوع، (C) جنين بعمر 21 اسبوع.

الفصل السادس

التطور الجنيني من الأسبوع الثالث إلى الثامن

The Embryonic Period
الفترة المضغية

تحدث الفترة المضغية Embryonic Period أو فترة تكون الأعضاء Organogenesis إبتداءً من الأسبوع الثالث ولغاية الأسبوع الثامن من التطور الجنيني، وهو الزمن الذي تقوم فيه الطبقات المنشئة الثلاثة (الأديم الظاهر والمتوسط والباطن) بتوليد عدد من الأنسجة والأعضاء الخاصة ، ويرافق ذلك الكثير من الهجرات الخلوية والتفاعلات المتبادلة التي تقود النسج و الأعضاء إلى التمايز والاكتمال والنضج ، وتقوم الكثير من الأعضاء والأجهزة بوظائفها ولو بصورة محدودة .

كما يتأثر الكثير من الأعضاء ، خلال هذه الفترة ، بمؤثرات خارجية المنشأ غير مناسبة (مثل العوامل المشوهة أو الماسخة Teratogens) ، أو داخلية المنشأ غير طبيعية (مثل الزيوغ الصبغية) ، لذلك تحدث بعض التشوهات الخلقية أحيانا . وسنعمد لاحقاً إلى شرح المشتقات الرئيسية للوريقات الثلاثة .

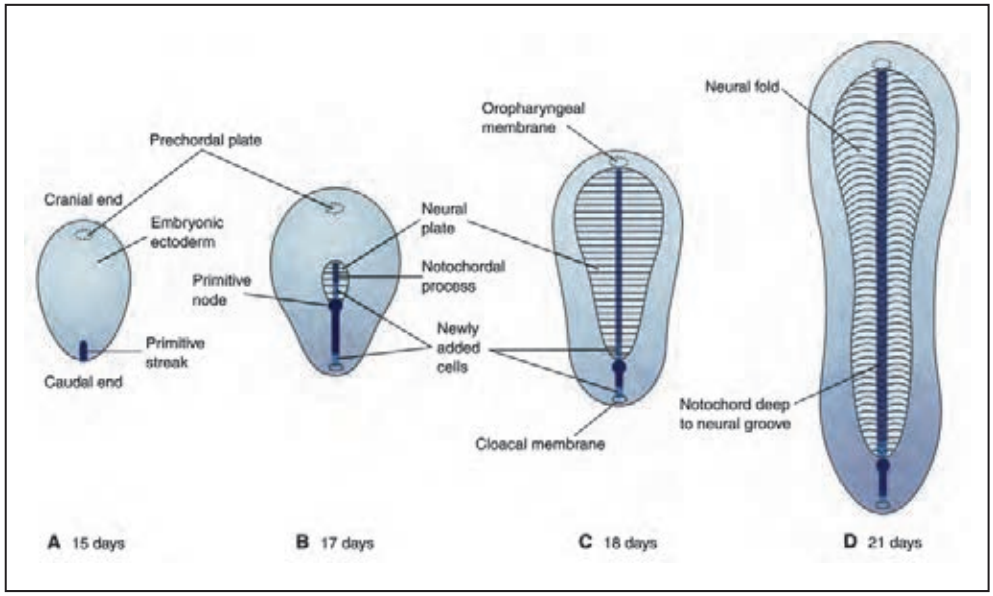
نمو الأديم الظاهر وتطوره Ectoderm

تكون العُصيبة Neurulation :

تدعى المضغة خلال هذه الفترة بالعُصيبة Neurula ، وهي الفترة التي يتشكل خلالها المحور العصبي ، وتبدأ حادثات تشكله منذ بدء ظهور الصفيحة العصبية Neural Plate ، وتنتهي مع انغلاق المنفذ العصبي الخلفي .

يقوم الحبل الظهري والأديم المتوسط جانب المحوري بتحريض الوريقة الظاهرة التي تعلوه ، فتتكاثر خلاياها وتتجمع وتتثخن مشكلة سماكة تدعى الصفيحة العصبية Neural Plate ، تنشأ منها الجملة العصبية المركزية، وتنمو هذه الصفيحة خلفياً مع تراجع الخط البدائي ، وتكون في الأمام أعرض منها في الخلف.

تصبح الحواف الجانبية من الصفيحة العصبية في نهاية الأسبوع الثالث أكثر ارتفاعاً لتشكل الإنثنائين العصبيين Neural Folds ، بينما تتقعر الصفيحة العصبية على شكل ميزابة عصبية Neural Groove .

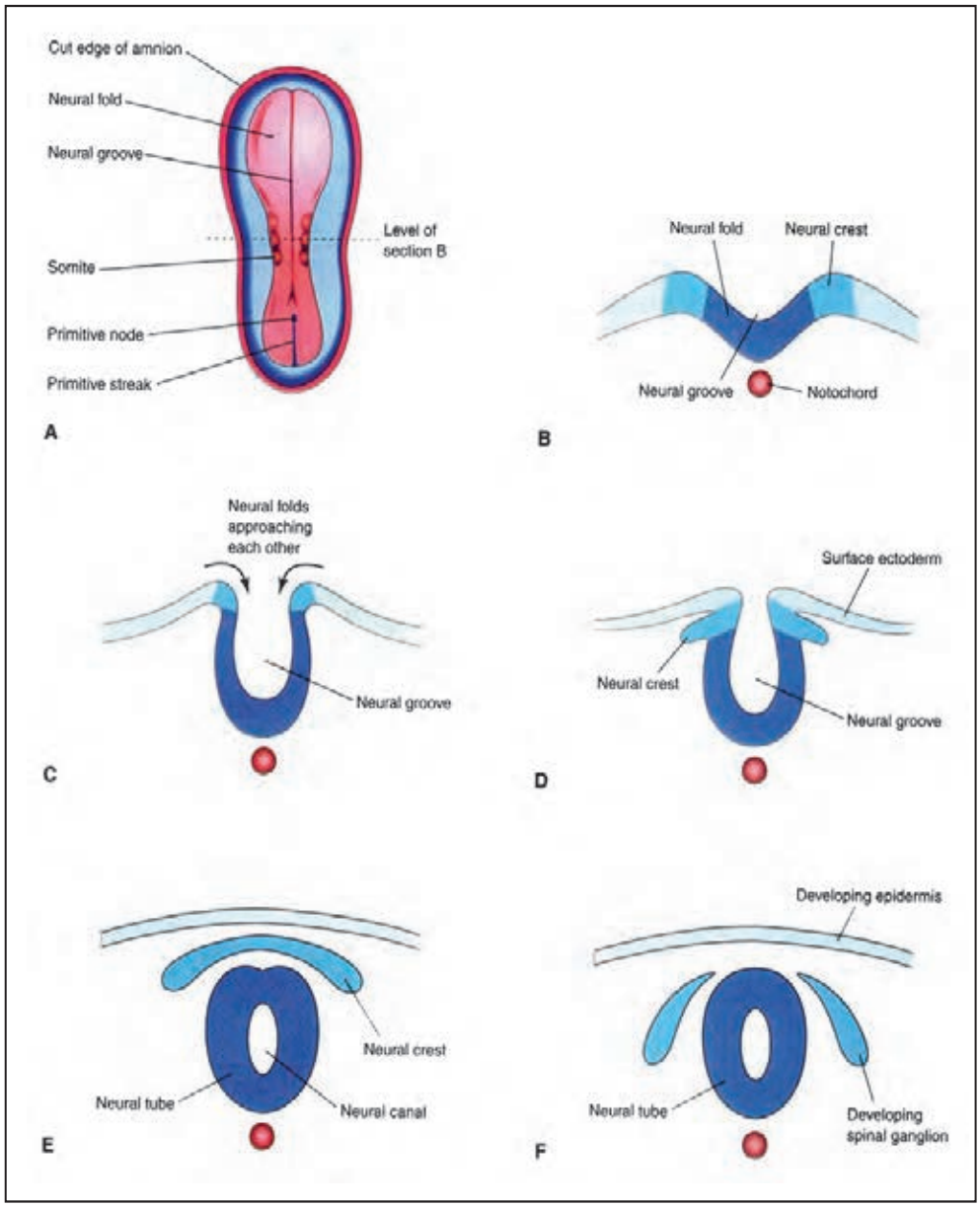


الشكل (6 – 1): صورة ترسيمية توضح تغيرات شكل القرص المضغي خلال الأسبوع الثالث من الحياة الجنينية، لاحظ تغيرات طول الخط البدائي مع تطور الصفيحة العصبية.

يرتفع الإنثنائان العصبيان ، ويتجهان نحو بعضهما ، ليلتقيا على الخط المتوسط ويلتحما معاً منفصلين عن الوريقة الظاهرة ، ويبدأ الاندماج في المنطقة الرقبية (الجسيدة الخامسة)، ثم يتابع نحو الأمام والخلف ويتشكل نتيجة ذلك الأنبوب العصبي Neural Tube ، الذي ينفتح جوفه بالأمام والخلف على الجوف السلوي بفوهة أمامية وخلفية تدعيان المنفذ (المسمّ) العصبي Neuro Pore الأمامي والخلفي .

يحدث انغلاق المنفذ (المسمّ) العصبي الأمامي في اليوم 25 (مرحلة الـ 20 جسيدة)، بينما ينغلق المنفذ (المسمّ) العصبي الخلفي في اليوم 27 (مرحلة الـ 25 جسيدة) ويتنهي عندئذ تكون العصيبة Neurula ، ويصبح الجهاز العصبي المركزي ممثلاً بتركيب إنبوبي مغلق ، نهايته الخلفية ضيقة وهي التي ستكون

(النخاع الشوكي)، أما المنطقة الرأسية فتتميز بوجود عدد من التوسعات التي تمثل الحويصلات الدماغية.



الشكل (6 - 2): تشكل الأنبوب العصبي، لاحظ تشكل الميزابة العصبية وتقارب الطيتين العصبيتين (A) مشهد ظهري، (B,C,D) مقطع عرضي، (E,F) تشكل العرف (الحرف) العصبي.

الشكل (6 – 3) أنغلاق الأنبوب العصبي، لاحظ المنافذ العصبية المفتوحة .

تشكل العرف العصبي Neural Crest Formation :

عندما يرتفع الانثناءان العصبيان ، تتكاثر خلايا حافتيه مشكلةً عرفين بارزين يدعيان العرف العصبي Neural Crest ، وعندما يلتحم الانثناءان العصبيان تنفصل كتلتا خلايا العرف العصبي من الجانبين وتلتحمان ، مشكلتين شريطاً طوليا فوق الأنبوب العصبي وتحت الوريقة الظاهرة الجلدية ، ثم يعود هذا الشريط فينشطر طولياً إلى شريطين جانبيين يتوضعان على جانبي الأنبوب العصبي ، وفيما بعد يتقطع الشريطان مع تقطع الوريقة الوسطى الجانب محورية معطياً العقد العصبية Neural Ganglia ، كما تهاجر خلايا منها بعيداً لتعطي مشتقات أخرى عديدة .

بقية مشتقات الأديم الظاهر :

بعبارة عامة: تُنشئ طبقة الأديم الظاهر أعضاء ونسجاً تحافظ على التماس مع العالم الخارجي منها : الجهاز العصبي المركزي ، والمحيطي ، الظهارة الحسية للأذن والأنف والعين ، البشرة أو الجلد بما في ذلك الشعر و الأظافر ، بالإضافة إلى ذلك تُنشئ الغدد تحت الجلد والغدد الثديية والغدة النخامية وميناء الأسنان .

نمو الأديم المتوسط وتطوره Mesoderm

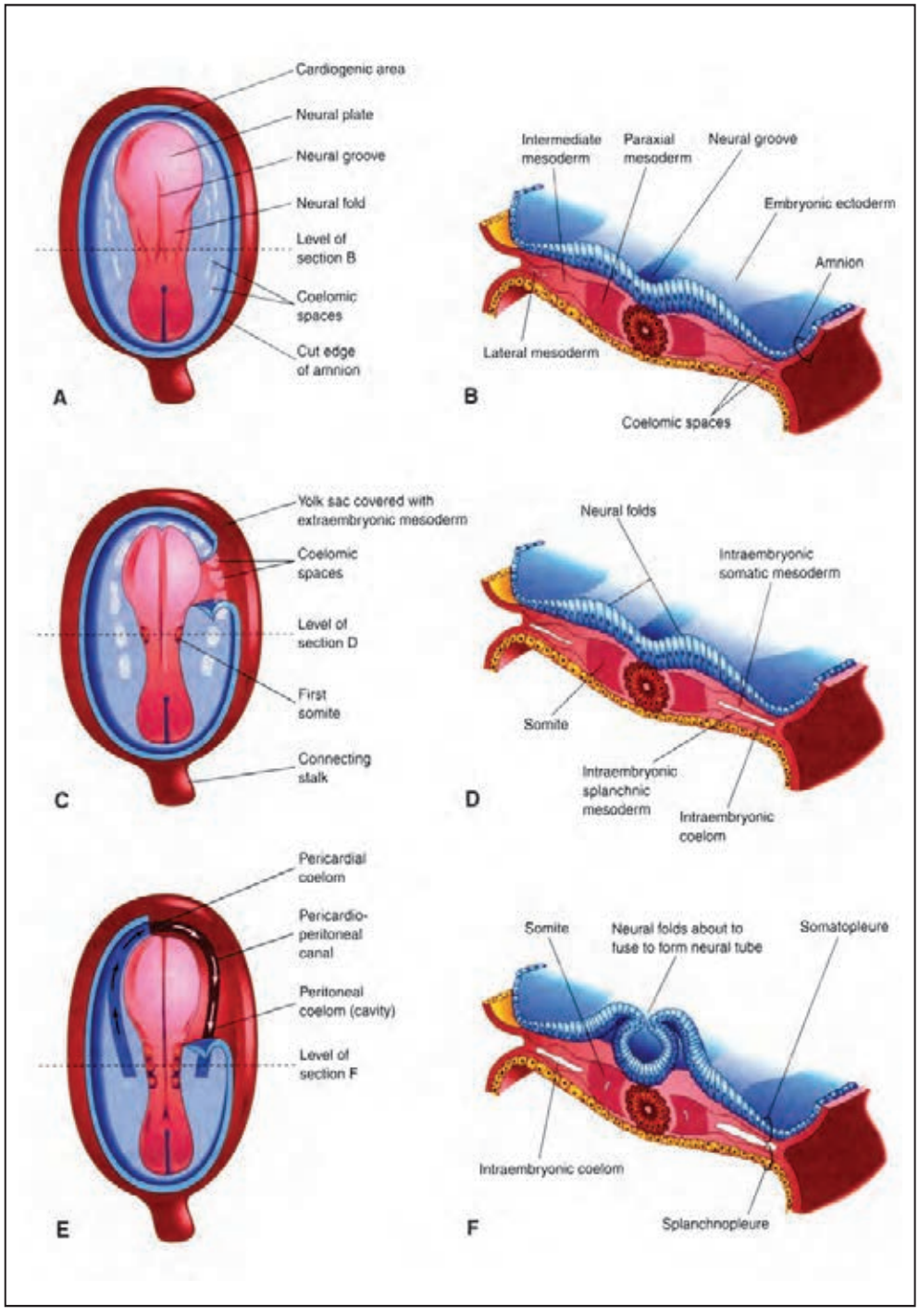
تتمايز الوريقة الوسطى منذ ظهورها شكلياً إلى عدة أقسام:

- الوريقة الوسطى المحورية Axial Mesoderm : أصل الحبل الظهري.
- الوريقة الوسطى جانب المحورية Para Axial Mesoderm : وتظهر على شكل تكثف على جانبي المحورية ، وتكون أصل الجسيدات Somites (أو القطع الظهرية).
- الوريقة الوسطى البينية (الخلالية أو المتوسطة) Intermediate Mesoderm: وهي الجزء الواقع بين الوريقة الوسطى جانب المحورية والجانبية ، وتكون أصل العرف البولي التناسلي.
- الوريقة الوسطى الجانبية Lateral Mesoderm: والتي تنقسم بدورها إلى طبقتين: وسطى جدارية Somatic or Parietal Mesoderm تتمادى مع الأديم المتوسط المغطي للجوف السلوي، ووسطى حشوية Splanchnic Mesoderm تتمادى مع الأديم المتوسط المغطي للكيس المحي، وينفتح بينهما الجوف العام داخل المضغي Intra Embryonic Coelom، والذي يتمادى لاحقاً مع الجوف المشيمائي أو الجوف العام خارج المضغي Extra Embryonic Coelom .

تشكل الجُسيدات (القطع الظهرية) Somites :

في نحو اليوم العشرين ، تبدأ الوريقة الوسطى جانب المحورية على جانبي الحبل الظهري والمحور العصبي ، بالتقطع من الأمام إلى الخلف وانطلاقاً من الناحية القذالية ، معطية كتلاً خلوية مكعبة ذات خلايا شبه ظهارية تدعى الجُسيدات Somites .

وسوف تتمايز كل جُسيدة فيما بعد إلى قطعة صلبة Sclerotome تسهم في تشكيل فقرة عظمية ، وقطعة أدمية عضلية Dermomyotome تسهم في تشكيل أدمة الجلد وعضلات الجذع الموافقة .



الشكل (6 - 4) تطور الأديم المتوسط والجوف العام داخل المضغي لاحظ بدء التحام الأنثناءين العصبيين.
(A) مشهد ظهري للقرص المضغي بعمر 19 – 20 يوم، (B,D,F) مقطع عرضي ، (C,E) مشهد ظهري.

ينشأ أول شفع من الجسيدات في المنطقة القذالية من الجنين في حوالي اليوم العشرين من التطور ، ثم يتتالى ظهور باقي الأشفاع إلى الخلف ، وبمعدل ثلاثة أشفاع يومياً حتى نهاية الأسبوع الخامس، حيث تستكمل عددها إلى 42 – 44 شفعاً تتراكب كمايلي :

(4) جسيدات قذالية Occipital .

(8) جسيدات رقبية Cervical .

(12) جسيدة صدرية Thoracic .

(5) جسيدات قطنية Lumbar .

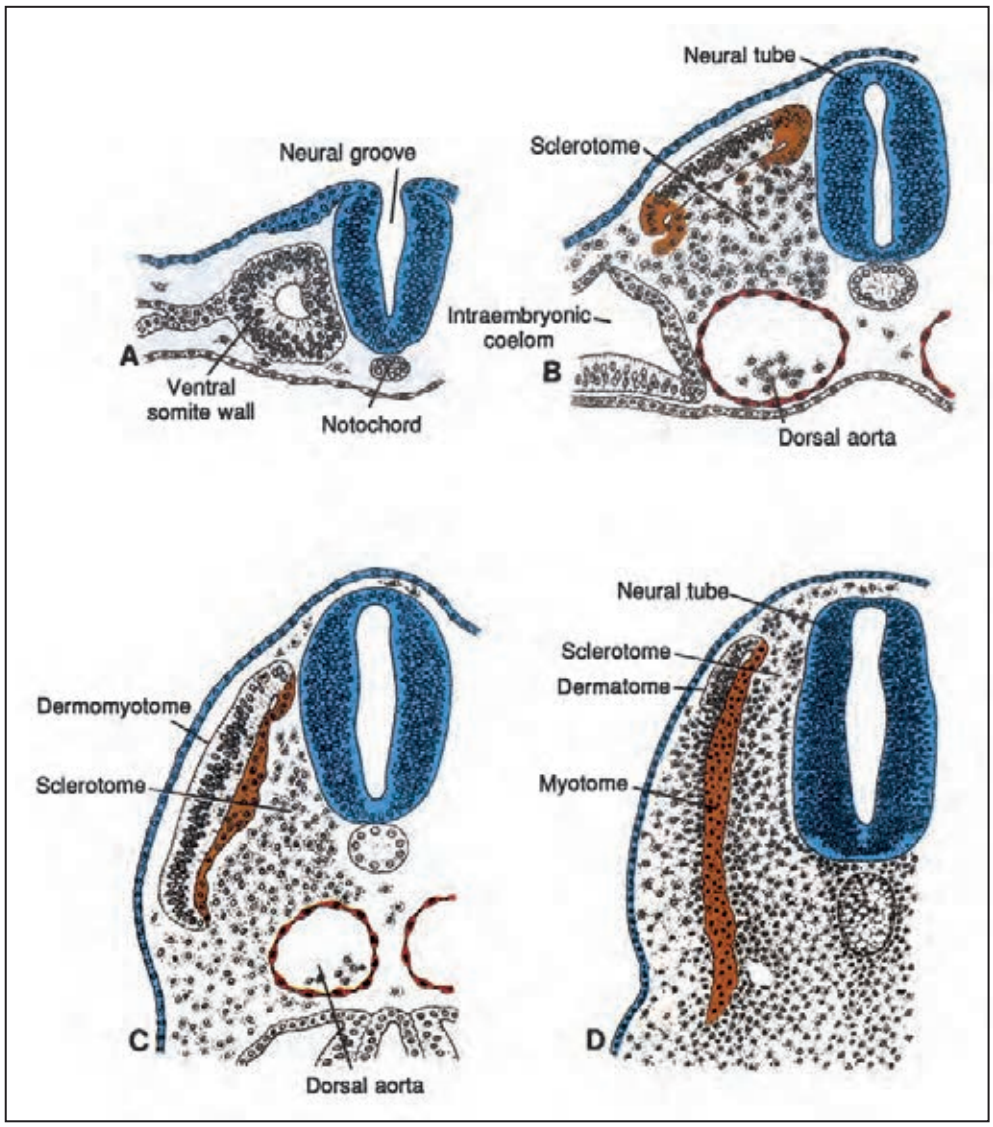
(5) جسيدات عجزية Sacral .

(8 - 10) جسيدات عصعصية Coccygeal .

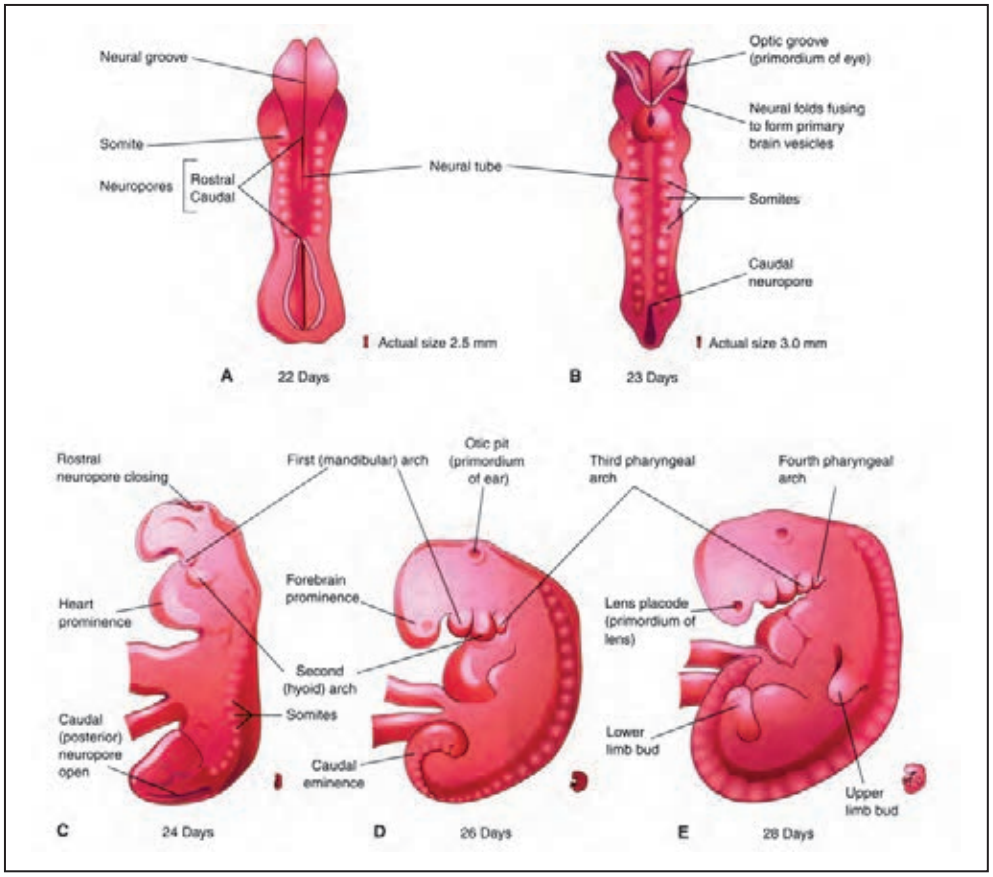
وتختفي فيما بعد الجسيدة القذالية الأولى وبقية الجسيدات الخمسة إلى السبعة العصعصية الأخيرة، ثم يشكل الباقي الهيكل المحوري، ويتم التعبير عن عمر الجنين بعدد جسيداته في أثناء هذه الفترة من النماء.

العمر التقريبي بالأيام	عدد الجسيدات
20	1 – 4
21	4 – 7
22	7 – 10
23	10 – 13
24	13 – 17
25	17 – 20
26	20 – 23
27	23 – 26
28	26 – 29
30	34 – 35

الشكل (6 – 5) جدول يوضح عدد الجسيدات حسب العمر الجنيني بالأيام.



الشكل (6 -6) تشكل الجسيدات (القطع الظهرية) Somites



الشكل (6 – 7): الأسبوع الرابع من التطور الجنيني.

(A، B) مشاهد ظهرية، (C، D، E) مشاهد جانبية وحشية: لاحظ زيادة عدد الجسيدات.

تطور الجملة القلبية الوعائية البدائية Primitive Cardio Vascular System :

يبدأ تكون الدم والأوعية الدموية Angiogenesis مبكراً عند الجنين البشري، منذ بداية الأسبوع الثالث، وذلك بسبب الحاجة الماسة والمتزايدة إلى التبادلات الغذائية والغازية المبكرة مع دم الأم .

يبدأ التكون من جدار الكيس المحي والسقاء والمشيماء ، ثم ينتقل إلى المنطقة داخل المضغية ، ويمكن تلخيص مراحل التكون هذه كما تلاحظ في جدار الكيس المحي بما يلي :

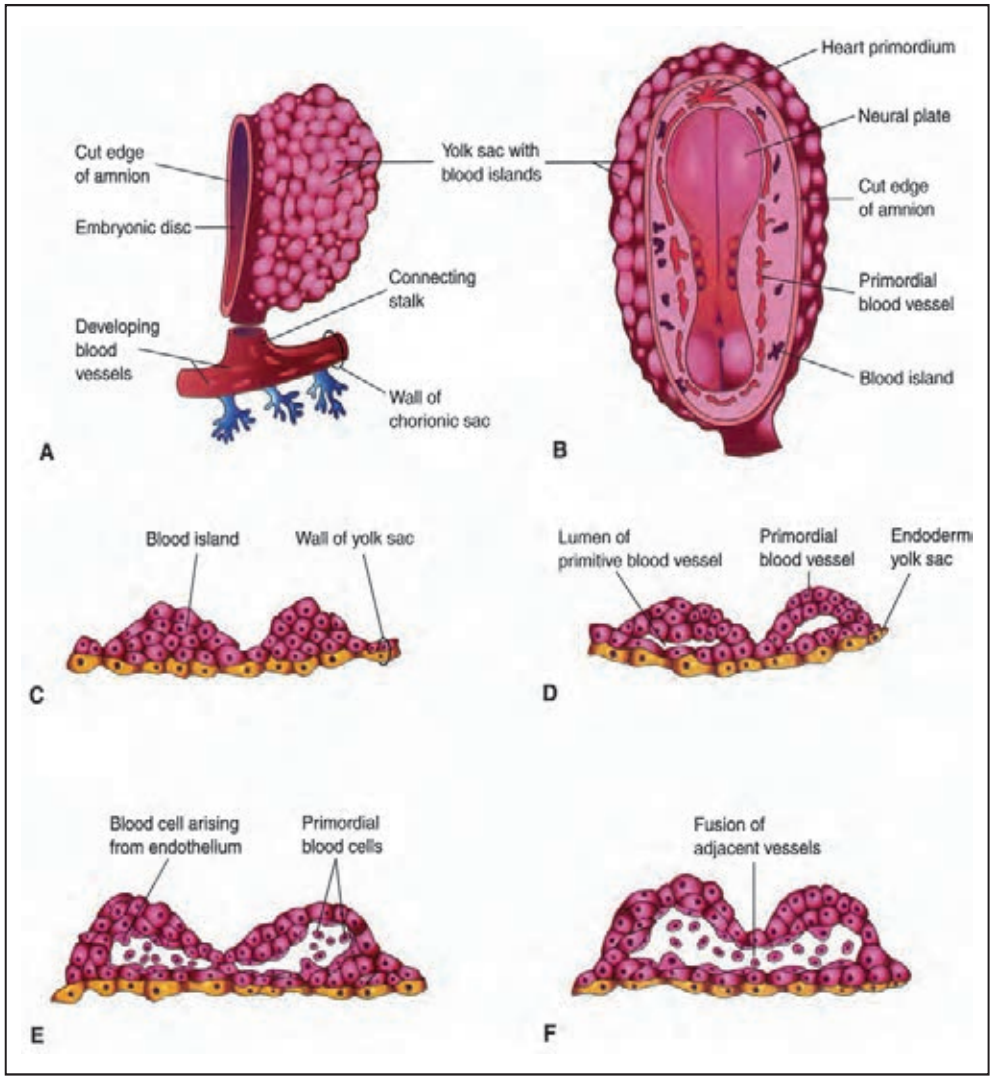
- تتجمع العديد من خلايا الأديم المتوسط وتنعزل مشكلة الأورمات الوعائية Angioblasts، ويدعى تجمعها الذي يكون على شكل كتلة الجزر الدموية Blood Islands .
- تظهر فضوات ضمن هذه الجزر الدموية، وتترتب الخلايا فيها في قسمين: محيطي ويشكل بداءة بطانة الوعاء الدموي Endothelium ، ومركزي يشكل الخلايا الجذعية المولدة للدم (أمهات الخلايا الدموية) ، ثم تلتحم الفضوات مع بعضها مشكلة الوعاء الدموي .
- تتفاغر الأوعية الدموية المعزولة والمتجاورة لتشكل شبكة وعائية بطانية .
- تمتد الأوعية إلى المناطق المجاورة بتبرعم بطانتها Endothelial Budding، لتندمج مع أوعية أخرى .

تتمايز الخلايا المركزية في الجزر الدموية إلى أورمات دموية Hemangioblasts، وتنضم إليها خلايا تتبرعم من بطانة الأوعية المتشكلة، كما تفرز البلاسما الدموية ضمن الشبكة الوعائية المتشكلة. أما النسج المحيطة بالبطانة فتتمايز فيما بعد إلى نسج ضامة وعضلية وعائية .

وعلى الرغم من التشكل الباكر للأوعية الدموية الجنينية بصورة مستقلة، فإن تشكل الدم لا يبدأ في جسم الجنين إلا في نهاية الأسبوع الخامس في الكبد ثم الطحال، وأخيراً في نقي العظام والعقد اللمفاوية في وقت متأخر .

يتشكل القلب في المنطقة المكونة للقلب Cardiogenic Area والواقعة في مقدمة الصفيحة أمام الحبلية، حيث يتشكل أنبوبان قلبيان Endocardial Heart Tubes قبل نهاية الأسبوع الثالث. وعندما تحدث الالتواءات الجنينية ، ينتقل الأنبوبان القلبيان إلى المنطقة الصدرية ويقتربان ليندمجا معاً في أنبوب قلبي بدائي موحد Primitive Heart،

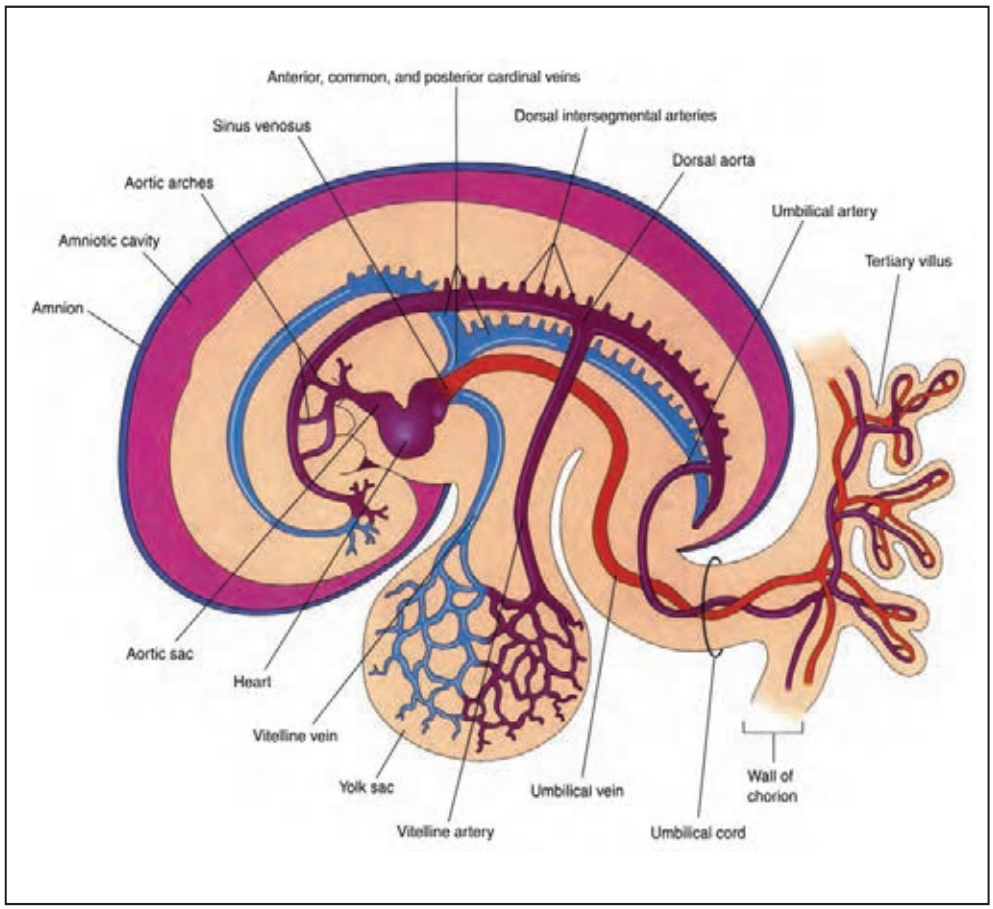
كما يكونان قد اتصلا مع الأوعية الدموية الكبيرة التي تتصل بالشبكة الوعائية، ليبدأ الدوران الدموي في نهاية الأسبوع الثالث، ويعدّ الجهاز القلبي الوعائي أول جهاز عضوي يصل إلى حالة العمل أو الوظيفة .



الشكل (6 – 8) يوضح المراحل المتتالية لتشكل الدم والأوعية الدموية.
(A) مشهد جانبي، (B) مشهد ظهري، (F،E،D،C) مقاطع جزر دموية.

بقية مشتقات الأديم المتوسط Mesoderm :

وبالنتيجة تشكل الوريقة الوسطى كلاً من النسيج الضام و الغضروفي، والعظام، والعضلات الملساء والمخططة، والقلب والأوعية الدموية واللمفاوية، والكليتين، والمبيضين والخصيتين، والقنوات الجنسية، ومصليات غشاء التامور، والصفاق، والطحال، وقشر الكظر.



الشكل (6 – 9): الجهاز القلبي الوعائي لدى جنين بعمر 21 يوم .

نمو الأديم الباطن وتطوره Endoderm

إن الجهاز الهضمي هو الجهاز العضوي الرئيسي المشتق من الوريقة الباطنة، حيث تفرش هذه الوريقة السطح البطني الجنيني ، وتشكل سقف الكيس المحّي .

يؤدي نمو الحويصلات الدماغية طولا، وتسمّك الجسيدات (القطع الظهرية)، والنمو المتفارق للأغشية الجنينية الملحقة، إلى تطاول الجنين وتقوسه طولاً وعرضاً، فتحدث التواءات من جميع نقاط القرص المضغي المتطاول باتجاه نقطة فراغية تمثل سرة الجنين، مؤدياً ذلك إلى عزل المضغة عن الجوف المشيمائي وتشكل جدار الجسم . وسنصف هذه الالتواءات بشكل منفصل مع الإشارة إلى أنها تتم في وقت واحد :

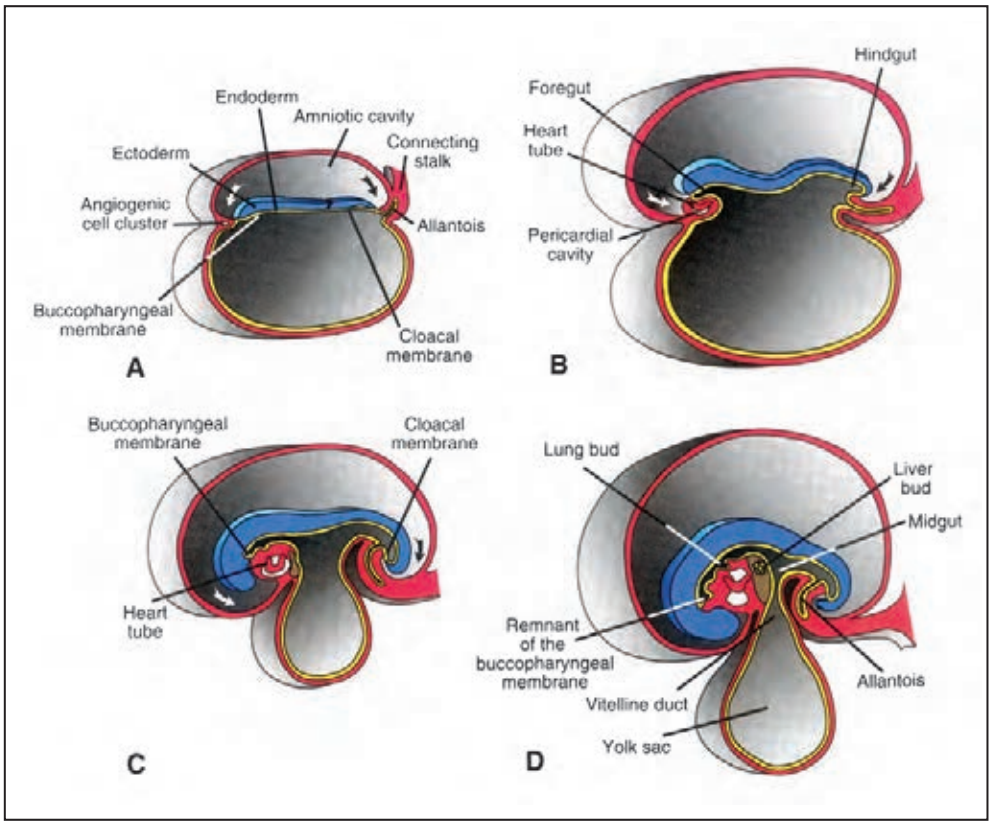
الالتواء الأمامي الخلفي:

يبدأ القرص المضغي بالتبارز والإنثناء بالاتجاه الأمامي وهو ما يسمى بالالتواء الرأسي Head Fold ، وتبدأ في وقت أبكر من الإنثناء بالاتجاه الخلفي أو ما يسمى بالالتواء الذيلي Tail Fold.

ففي نهاية الأسبوع الثالث ، تبدأ الحويصلات الدماغية بالنمو إلى الأمام والأعلى وتتوسع جانبياً، وإلى الأمام منها يلاحظ على النسق نفسه، الغشاء الفموي البلعومي، والبداءة القلبية والبنى المرتبطة بها. أما في الناحية الخلفية (الذيلية) فيلاحظ بالترتيب الغشاء المذرقي ، ثم سويقة الاتصال وضمنها السّقاء (الوشيقة).

مع استمرار النمو الطولي للجنين ، بالتزامن مع نمو حجم الجوف السلوي المضطرد وزيادته، تندفع الناحية الرأسية إلى الأمام، وتندفع الناحية الذيلية إلى الخلف،

كما يتقوس الجنين في المستوى الطولي، وفي الوقت نفسه يدفع السلى (الجوف السلوي) القلب والبنى المرتبطة به إلى الأسفل والخلف، بينما تندفع سويقة الاتصال وضمنها السقاء إلى الأسفل والأمام.



الشكل (6 - 10) الألتواءات الجنينية (الألتواء الرأسي الذيلي).

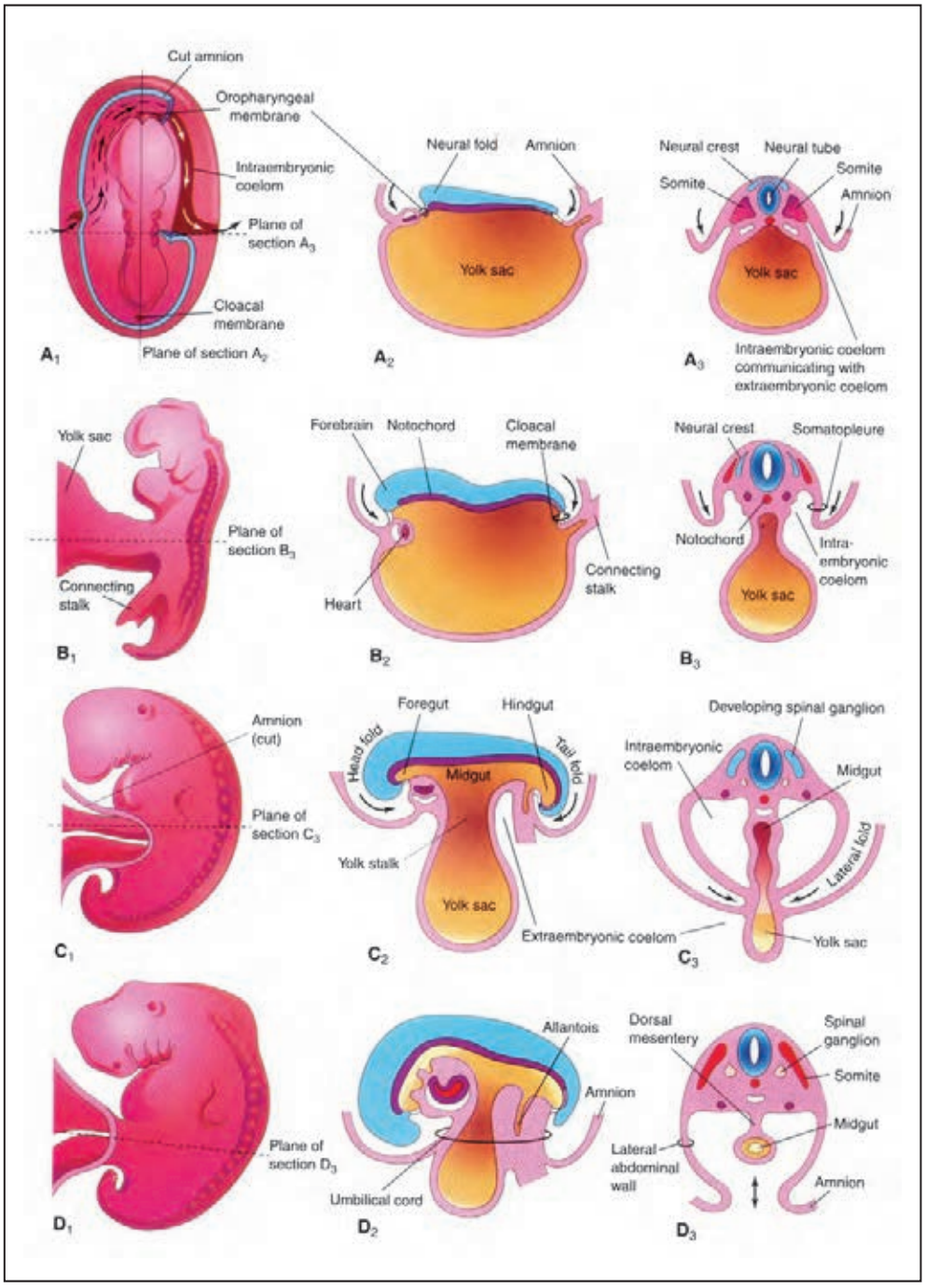
وفي النهاية يتشكل تقعر أسفل الرأس وهو تجويف الفم البدائي **Stomodeum**، والذي يعزله عن جوف الكيس المحي (الذي أصبح معياً أمامياً) الغشاء الفموي البلعومي، والذي يتمزق في الأسبوع الرابع مؤسساً فتحة الاتصال بين الجوف السلوي والمعي البدائي.

كما يتشكل تقعر مشابه في الناحية الذيلية هو الحفيرة الشرجية البدائية Proctodeum، التي تنعزل عن الكيس المحي (الذي أصبح معياً خلفياً) بالغشاء المذرقي Cloacal Membrane، والذي يتمزق بالأسبوع السابع مكوناً فتحة الشرج.

أما بالنسبة للقلب والبنى المرتبطة به فقد أصبح بطني التوضع (الناحية الأمامية)، كذلك سويقة الاتصال مع السقاء الواقعة ضمنها أصبحت أيضاً بطنية التوضع.

أما الكيس المحي فقد دفع من جميع جوانبه ، واندرج ضمن جوف الجنين الخاص مشكلاً المعي البدائي Primative Gut ، ويقسم إلى ثلاثة أقسام : المعي الأمامي Fore Gut في الجزء الأمامي منه ، والمعي الخلفي Hind Gut في الجزء الخلفي منه ، ويشكل ما بينهما المعي المتوسط Mid Gut ، الذي يتصل مؤقتاً بالكيس المحي بوساطة سويقة عريضة معروفة بالقناة المحية Viteline Duct ، وتبدأ هذه القناة عريضة ثم تضيق وتتطاول مع تقدم نمو الجنين.

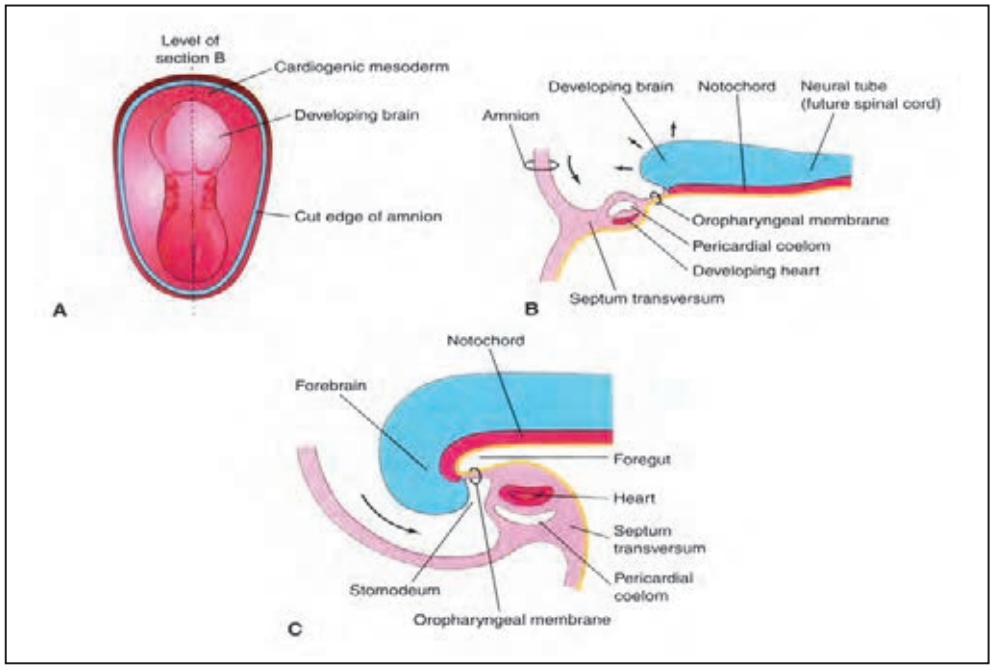
يتعلق المعي البدائي ظهرياً بالمساريق الظهرية Dorsal Mesentery، التي تمتد على طوله ، وبطنياً بالمساريق البطنية Ventral Mesentry، الذي يقتصر وجودها على القسم الخلفي من المعي الأمامي ، كما يرث المعي البدائي الأوعية الدموية المحية .



الشكل(6 – 11) يوضح الإلتواءات الجنينية خلال الاسبوع الرابع (المراحل المبكرة والمتأخرة)

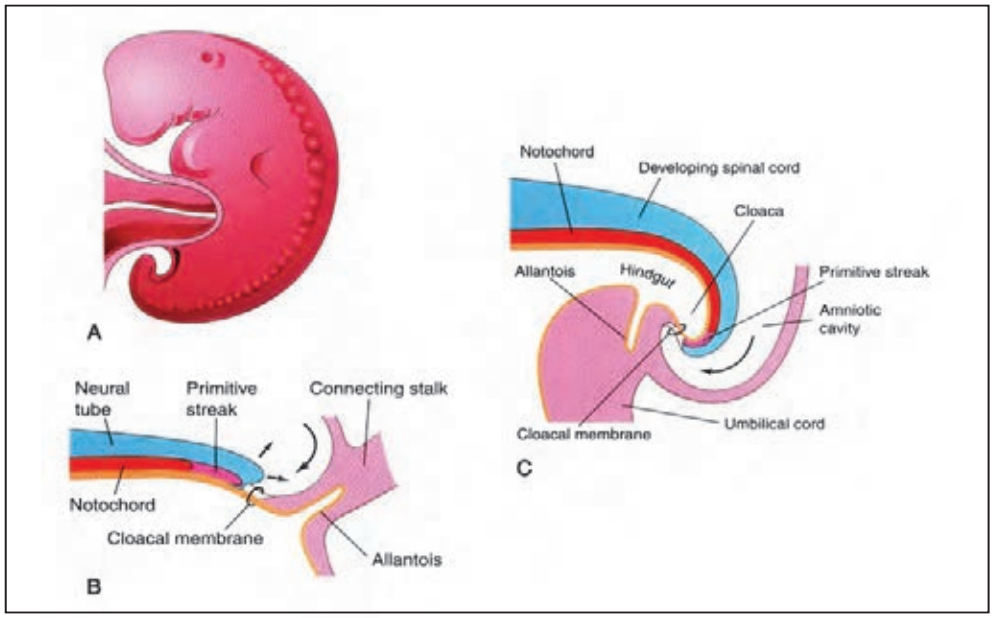
(A1) مشهد ظهري، (B1, C1,D1) مشهد وحشي جانبي،(A2,B2, C2,D2) مقاطع سهمية ناصفة،

(A3,B3,C3,D3) مقاطع عرضية.



الشكل (6 – 12) الإلتواء الرأسي طية النهاية الرأسية لجنين 21 أسبوع.

(A) مشهد ظهري، (B,C) مقطع سهمي ناصف.



الشكل (6 - 13) الأنثناء الذيلي (الطية الذيلية)

(A) مشهد جانبي، (B,C) مقطع سهمي ناصف.

الالتواء الجانبي :

يتم بالتزامن مع الالتواء الأمامي الخلفي ، حيث تكون الوريقتان الظاهرة والباطنة في البدء أفقيتي التوضع في مستوى القرص المضغي ، لكنه نتيجة النمو السريع للجسيدات من جهة ، ولنمو الجوف السلوي من جهة أخرى ، فإن القرص المضغي المسطح ينثني جانبياً وبالاتجاه البطني والأسفل ، لتلتقي في النهاية أطراف الوريقة الظاهرة على الخط المتوسط الطولي للجسم ، وتلتحم من الأمام والخلف ، ما عدا منطقة السرة ، وبذلك يتشكل جدار الجسم ويأخذ الجنين شكله المستدير . أما الوريقة الباطنة فإنها تساير هذه الحركة محولة الكيس المحي إلى محور أسطواني هو المعي البدائي.

حالما يتشكل كل من المعي الأمامي والخلفي، يبقى المعي المتوسط متّصلاً مع الكيس المحي بالقناة المحية ، التي تنسد فيما بعد ليأخذ المعي موضعه الحر ضمن الجوف البطني.

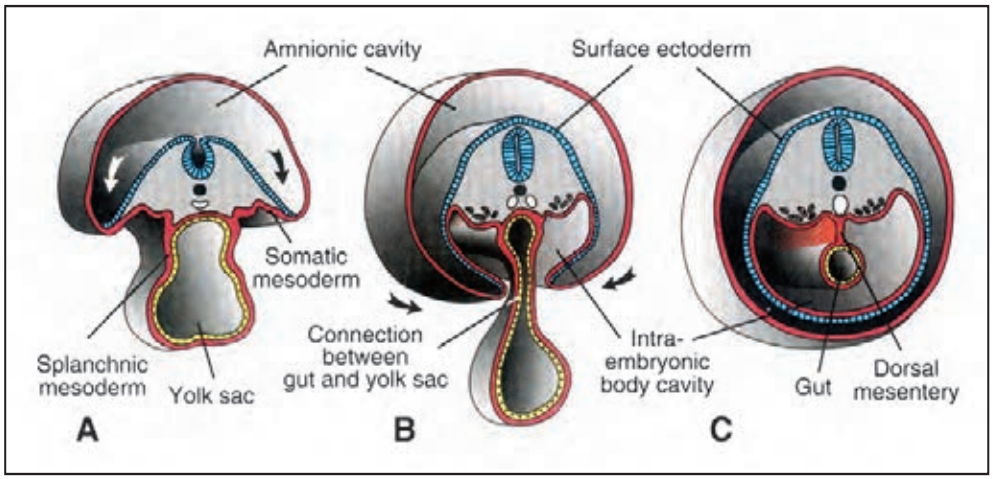
كما تندمج السقاء جزئياً مع القسم النهائي من المعي الخلفي الذي يتوسع قليلاً مشكلاً المذرق Cloaca ، ويبقى الجزء القاصي من السقاء في سويقة الاتصال.

وعند الإنسان يكون الكيس المحي أثرياً وله دور مغذ في المراحل المبكرة من التطور فقط ، أما في الشهر الثاني من التطور فيقع ضمن الجوف المشيمائي .

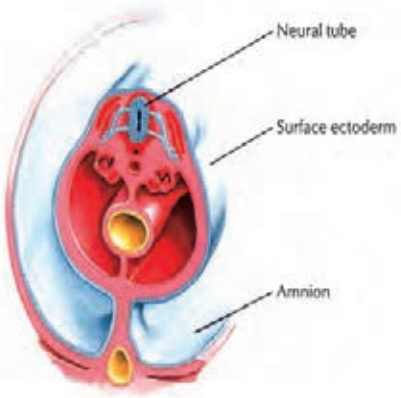
ومع استمرار نمو السلى Amnion، فإنه يحصر في النهاية: سويقة الاتصال وضمنها السقاء، والقناة المحية، والحويصل المحي، ويصبح غشاءها الساتر، حيث تشكل هذه البنى معاً الحلقة السرية البدائية Primative Umbilical Ring التي يتطور منها الحبل السري Umbilical Cord .

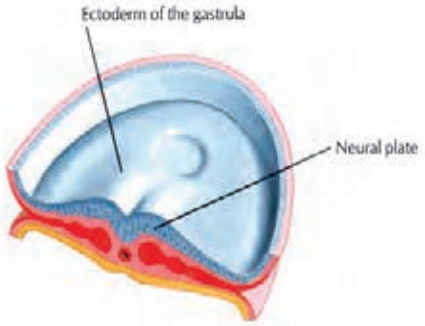
وبالنتيجة تشكل الوريقة الباطنة في البدء البطانة الظهارية للمعي البدائي ، والأجزاء الداخلية من السقاء والقناة المحية وينشأ مع تقدم التطور عنها :

- البطانة الظهارية للجهاز التنفسي .
- متن الغدة الدرقية ، والدريقات ، والكبد ، والبنكرياس .
- السدى الشبكي للوّزات والتيموس .
- البطانة الظهارية للمثانة والإحليل .
- البطانة الظهارية للجوف الطبلي والانبوب السمعي .



الشكل(6 -14) الإلتواءات الحنينية (الإلتواء الجانبي)

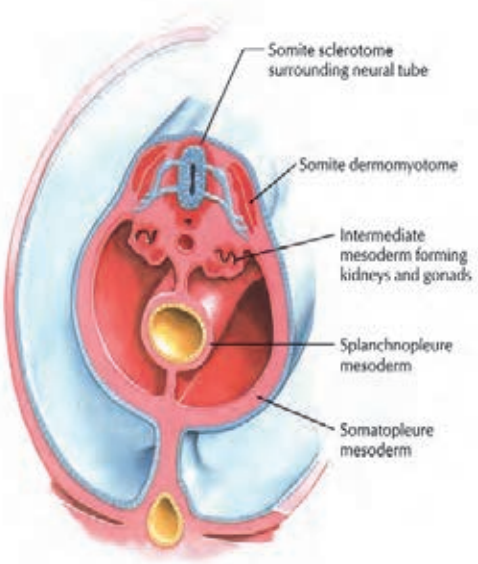


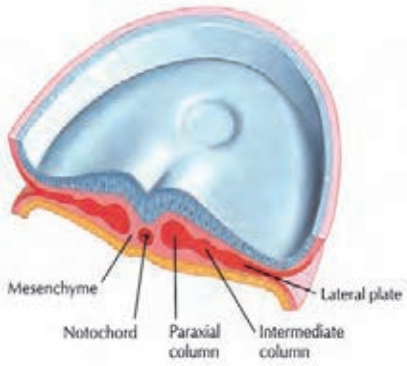


ECTODERMAL DERIVATIVES

Primordia	Derivatives or Fate
Surface ectoderm	Epidermis of the skin Sweat, sebaceous, and mammary glands Nails and hair Tooth enamel Lacrimal glands Conjunctiva External auditory meatus
(Stomodeum and nasal placodes)	Oral and nasal epithelium Anterior pituitary
(Otic placodes)	Inner ear
(Lens placodes)	Lens of eye
Neural tube	Central nervous system Somatomotor neurons Branchiomotor neurons Presynaptic autonomic neurons Retina/optic nerves Posterior pituitary
Neural crest	Peripheral sensory neurons Postsynaptic autonomic neurons All ganglia Adrenal medulla cells Melanocytes Bone, muscle, and connective tissue in the head and neck
Amnion	Protective bag (with chorion) around fetus

الشكل (6 – 15): ملخص الأديم الظاهر ومشتقاته.



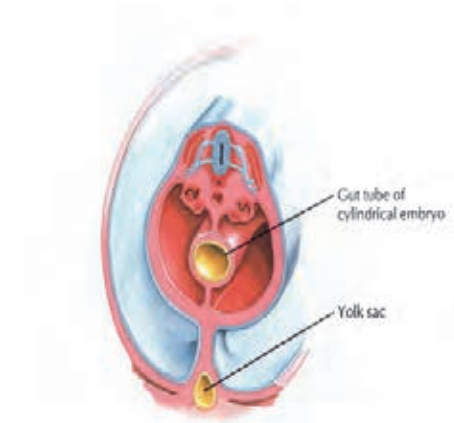


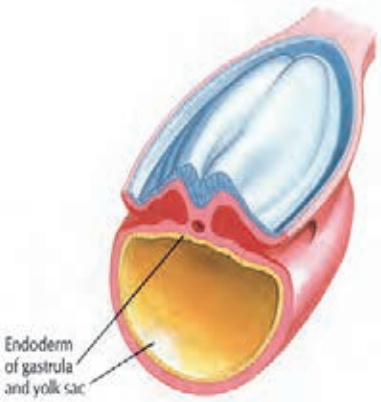
MESODERMAL DERIVATIVES

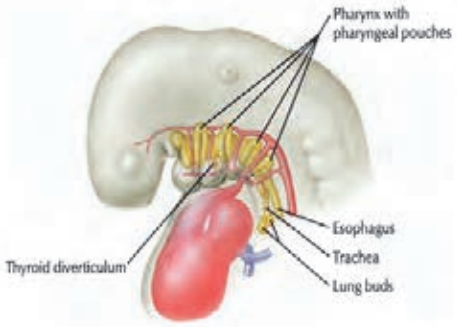
Primordia	Derivatives or Fate
Notochord	Nucleus pulposus of an intervertebral disc Induces neurulation
Paraxial columns (somites)	Skeletal muscle Bone Connective tissue (e.g., dorsal dermis, dura mater)
Intermediate mesoderm	Gonads Kidneys and ureters Uterus and uterine tubes Upper vagina Ductus deferens, epididymis, and related tubules Seminal vesicles and ejaculatory ducts
Lateral plate mesoderm	Dermis (ventral) Superficial fascia and related tissues (ventral) Bones and connective tissues of limbs Pleura and peritoneum GI tract connective tissue stroma
Cardiogenic mesoderm	Heart Pericardium

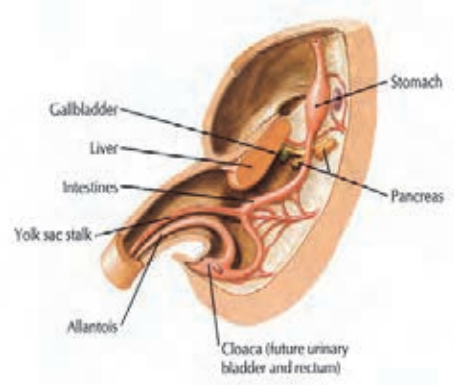
GI, Gastrointestinal.

الشكل (6 – 16): ملخص الأديم المتوسط ومشتقاته.









ENDODERMAL DERIVATIVES

Primordia	Epithelial Derivatives or Fate
Gut tube endoderm	GI tract (enterocytes) Mucosal glands of GI tract Parenchyma of GI organs (liver, pancreas) Airway lining (larynx, trachea, bronchial tree) Thyroid gland Tonsils
Cloaca (part of hindgut)	Rectum and anal canal Bladder, urethra, and related glands Vestibule Lower vagina
Pharyngeal pouches (part of foregut)	Auditory tube and middle ear epithelium Palatine tonsil crypts Thymus gland Parathyroid glands C cells of the thyroid gland
Yolk sac	Embryonic blood cell production (mesoderm) Pressed into umbilical cord, then disappears
Allantois (from yolk sac, then cloaca)	Embryonic blood cell production (mesoderm) Vestigial, fibrous urachus Umbilical cord part disappears

GI, Gastrointestinal.

الشكل (6 - 17): ملخص الأديم الباطن ومشتقاته.

المظاهر الشكلية خلال الفترة المضغية

سوف نعرض هنا أهم المظاهر الشكلية في أثناء الفترة المضغية، والتي يمكن اتخاذها معايير تطورية لتقدير مراحل النمو والتعرف على الأجنة المسقطة وتصنيفها وتحديد عمرها التقريبي :

الأسبوع الرابع :

- في اليومين الثاني والثالث بعد العشرين : يكون الجنين مستقيماً ، والجسيدات بارزة على سطح الجسم ، والمنفذان العصبيان مفتوحين .
- في اليوم الرابع والعشرين : تظهر الأقواس الغلصمية Branchial arcs الأولى الفكية منقسمة إلى بروزين فكيين علوي وسفلي ، والثانية اللامية ، ويتقوس الجنين ، ويبرز القلب .
- في اليومين السادس و السابع بعد العشرين : تلاحظ ثلاثة أشفاع من الأقواس الغلصمية ، وينغلق المنفذان (المسّمان) العصبيان الأمامي أولاً ثم الخلفي ثانياً ، كما يظهر برعما الطرفين العلويين ، وتظهر الحفيرتان السمعيتان ، ويزداد تقوس الجنين والتواءاته .
- في نحو اليوم الثامن والعشرين : تلاحظ أربعة أشفاع من الأقواس الغلصمية ، يظهر برعما الطرفين السفليين ، ويبدأ ظهور البروز الذيلي ، ويظهر لويحا الجسمين البللوريين .

الأسبوع الخامس :

تكون التغيرات أقل وأهمها : زيادة نمو الجسم وتقوسه إذ يتجاوز نمو الرأس نمو باقي مناطق الجسم ، وينحني إلى الأمام والأسفل ملامساً البروز القلبي ، وتمتد القوس الغلصمية الثانية خلفياً فوق باقي الأقواس لتشكيل الجيب الرقبي ، ويبدأ تمايز برعم الطرف العلوي إلى أقسامه الرئيسية كما تظهر الكلية المتوسطة الجنينية Mesonephros .

الأسبوع السادس :

يـزداد نمـو الـرأس، ويظهـر عليـه الانحنـاء الـرقبي، أمـا الجـذع والرقبـة فـيشرعان بالاستقامة، كما تلاحظ حول الخط الغلصمي الأول براعم صيوان الأذن وفي قعرها بداءة مجرى السمع الظاهر .

يلاحـظ التطـور المهـم فـي الطرفـين العلـويين ، حيـث تتوضـح منـاطق تمفصـل أقسامها الرئيسية، كما تشاهد الأشعة الأصبعية في اللوحة الكفية .

ويسبق تطور الطرف العلوي تطور الطرف السفلي دوماً . إضافة لذلك يلاحظ بداية تصبغ شبكية العين (الطبقة الصباغية) ، يبدأ الجنين في هذا الأسبوع بالقيام ببعض الحركات الخفيفة المفاجئة بالجذع والأطراف .

الأسبوع السابع :

يتميز بتضيق السويقة المحية وتحدد الحلقة السرية البدائية ، كما يلاحظ المعي المتوسط يخرج من جوف الجسم عبر منطقة السرة ، مشكلاً ما يدعى الفتق السري الفيزيولوجي.

أما الطرفان العلويان فيزدادان استطالة ، ويمتدان ليحيطا بالبروز القلبي ، كما تشاهد بين الأشعة الأصبعية مناطق تموت وتنخر خلوي ، يبدأ تكلس عظام الطرفين العلويين في نهاية هذا الأسبوع .

الأسبوع الثامن :

يتميز ببدء تحرر أصابع الطرف العلوي التي تبدو قصيرة واضحة ، وفي أثناء ذلك تلاحظ أتلام بين الأشعة الأصبعية للطرف السفلي . وتلاحظ ضفيرة وعائية محيطية مميزة حول الرأس ، وما يزال البروز الذيلي مرئياً وسيختفي قريباً .

تحدث حركات هادفة للطرف لأول مرة في هذا الأسبوع، ويبدأ التكلس في الطرفين السفليين وأول ما يلاحظ في عظم الفخذ.

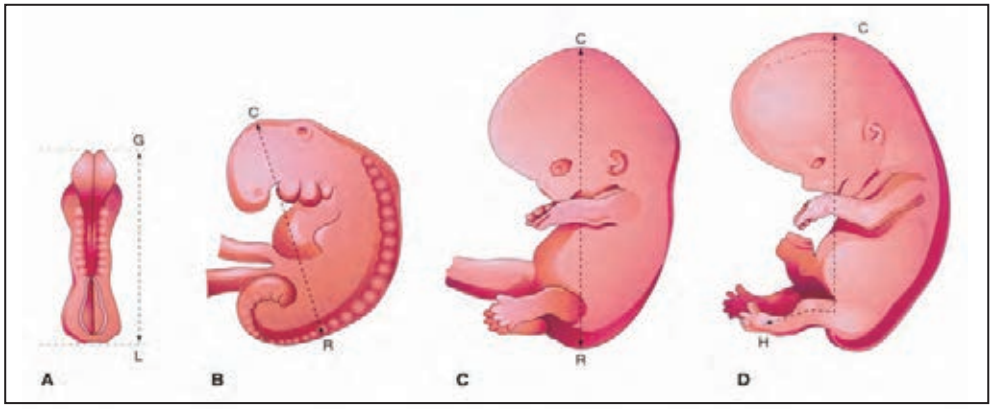
ويبدو الجنين في هذه الفترة إنساني الملامح ، وتكون العينان مفتوحتين في بداية الأسبوع الثامن، ثم يلتحم الجفنان وتنغلق العينان في نهايته .

صيوان الأذن يأخذ مظهره النهائي ، الأعضاء التناسلية الظاهرة تكون مرئية دون التمكن من تحديد الجنس بدقة ، أما الرأس فيشكل نحو نصف حجم الجسم ، وتتوضح منطقة الرقبة .

العيوب الولادية Birth Defects :

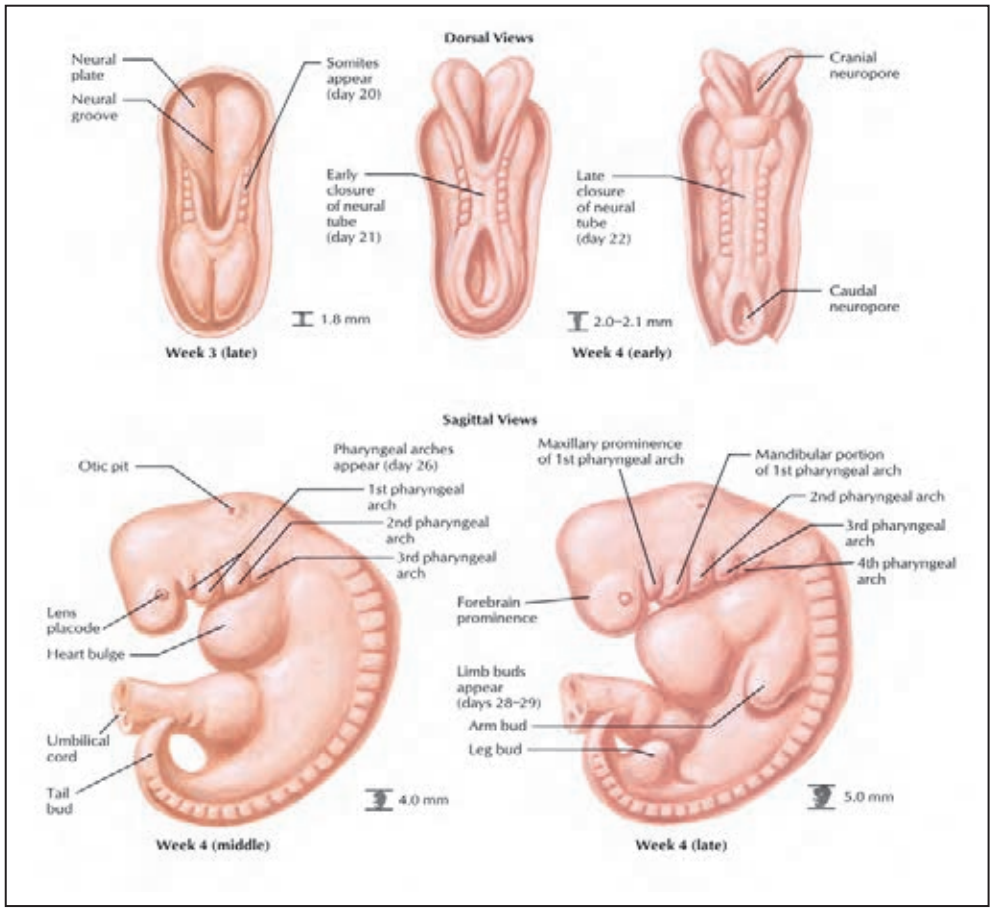
تتشكل معظم الأعضاء الرئيسية والأجهزة العضوية في هذه المرحلة (ما بين الأسبوع الثالث وحتى الثامن)، وتدعى هذه الفترة الحرجة بالنسبة للتطور الجنيني بفترة تكون الأعضاء Organogenesis . وتوطد كل مجموعة خلوية جذعية بداءة كل عضو وتكون هذه التأثرات حساسة للأذى من التأثيرات الجينية أو البيئية . وهكذا تعد هذه الفترة مسؤولة عن معظم العيوب الولادية المرضة فيها .

وللأسف فقد تكون الأم في هذه الفترة الحرجة غير متأكدة من حملها ، ولاسيما خلال الأسبوعين الثالث والرابع المتصفين بفرط الاستعداد لحدوث العيوب فيها ، ولذلك لابد من تجنب التأثيرات المؤذية كالتدخين والتعرض للأشعة وتناول العقاقير ذات التأثير المشوه أو الماسخ . لذلك لا بد من فهم الأحداث الرئيسية لتكون الأعضاء لتحديد زمن وقوع العيوب الخاصة المحرضة في ذلك الوقت ، لنتمكن من تحديد الأسباب الممكنة للتشوه .

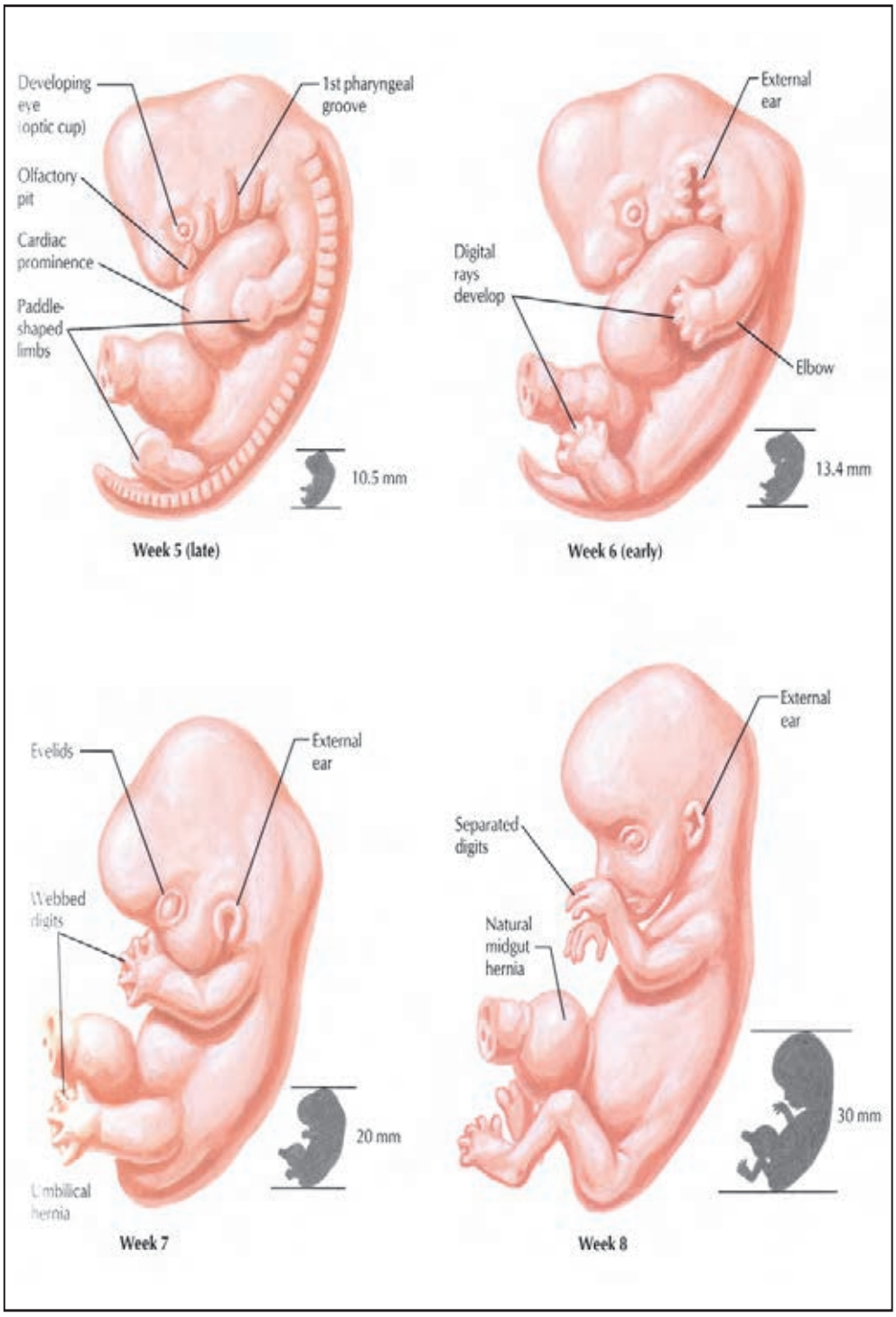


الشكل (6 – 19): شكل ترسيمي يوضح طرق قياس طول المضغة المختلفة.

(A) القطر الأعظمي، (B,C) الطول القمي – الألوي، (D) الطول القمي – العقبي.



الشكل (6 – 20): المرحلة المضغية الباكرة The Early Embryonic Period .



الشكل (6 – 21): المرحلة المضغية المتأخرة The Late Embryonic Period .