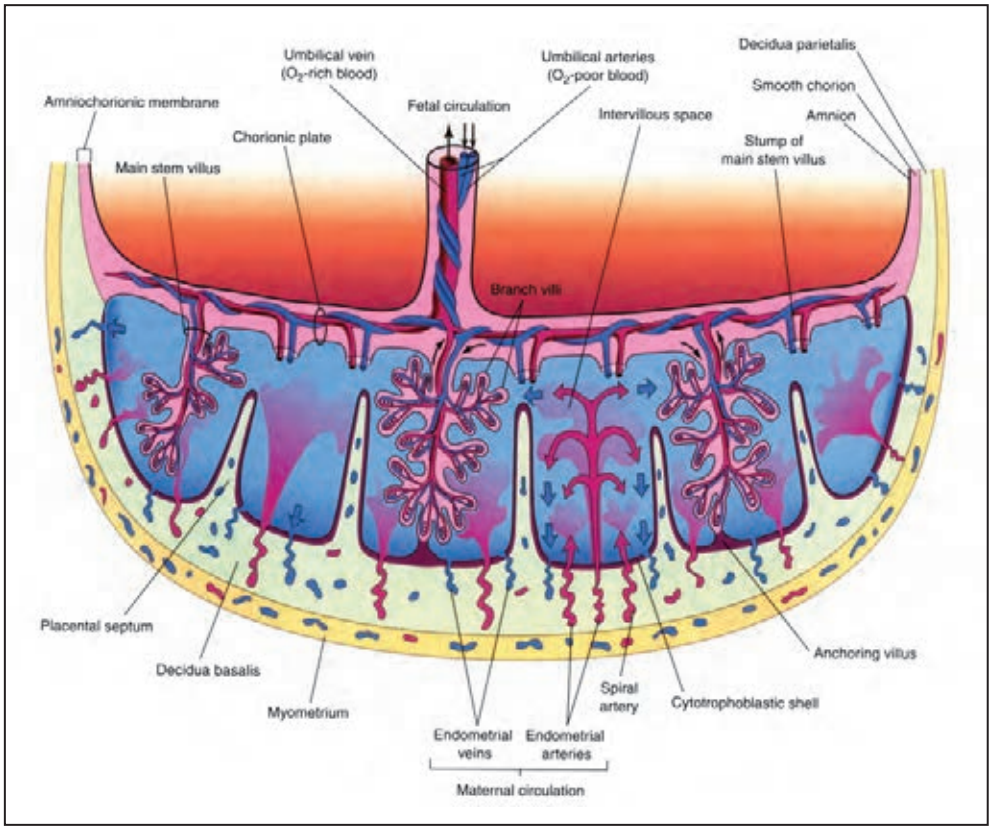
الغشاء المشيمي The placental Membrane

وهو الغشاء الفاصل بين الدم الجنيني والأموي ، و يتألف في البداية من أربع طبقات هي :

1) الغشاء البطاني للأوعية الدموية الزغابية .
2) النسيج الضام في لب الزغابة .
3) طبقة الأرومة الغاذية الخلوية .
4) طبقة الأرومة الغاذية المخلوية .

وانطلاقاً من الشهر الرابع ، يرق الغشاء المشيمي ،وتصبح بطانة الأوعية الدموية بتماس وثيق مع الأرومة الغاذية المخلوية، مما يسبب زيادة كبيرة في معدل التبادل.

يدعى الغشاء المشيمي أحياناً بالحائل المشيمي Placental Barrier ، ولكنه في الحقيقة ليس حائلاً بالمطلق حيث تمر الكثير من المواد عبره بحرية ، بالمقابل يعدُّ الحائل جهازاً واقياً من العوامل الضارة بمنعه الكثير من العوامل الممرضة والمستقلبات الدوائية من عبور المشيمة إلى الجنين (رغم استثناء بعض الفيروسات والأدوية العابرة للمشيمة والتي قد تحدث عيوباً ولادية) .



الشكل (8 – 13) مقطع عرضي عبر المشيمة بتمام الحمل يظهر علاقة الزغابات المشيمائية بالساقط القاعدي، كما يظهر الدوران الرحمي المشيمي .

وظائف المشيمة Functions of the Placenta

تقوم المشيمة بوظائف متعددة، وسنعرض فيمايلي أهمها :

1) الوظيفة الاستقلابية Placental Metabolism :

تستطيع المشيمة ، و بخاصة في بداية الحمل ، القيام باصطناع الغليكوجين والحموض الدسمة، التي تعمل كمصدر للغذاء والطاقة للجنين .

2) وظيفة النقل Placental Transfer:

يسهل الغشاء المشيمي الواسع السطح عمليات نقل المواد في كلا الاتجاهين بين المشيمة ودم الأم . حيث تنقل معظم المواد عبره بعدة طرق وهي :

- الانتشار البسيط Simple diffusion : وهو نقل المواد من مناطق عالية التركيز إلى الأقل تركيزاً حتى يتحقق التوازن .
- الانتشار الميسّر Facilitated Diffusion : حيث يتم الانتقال بوساطة شحنات كهربائية .
- النقل الفعّال Active Transport : وهو النقل عكس تركيز المادة ، ويحتاج إلى طاقة وأنزيمات خاصة تتحد مؤقتاً مع هذه المواد المعينة.
- الاحتساء Pinocytosis : وهو شكل من البلعمة الخلوية لعينات صغيرة من السائل خارج الخلوي ، وتستعمل هذه الطريقة لنقل الجزيئات الكبيرة وبعض البروتينات .
- طرق أخرى للانتقال عبر المشيمة :
  - تنتقل كريات الدم الحمراء ، الجنينية أو الأمّوية ، بالاتجاهين عندما يحدث تمزق الزغابات المشيمائية ، أو في حال وجود عيوب صغيرة جداً في الغشاء المشيمي .
  - عبور الخلايا عبر الغشاء المشيمي بمقدرتها الذاتية : مثل كريات الدم البيضاء (المعتدلات) ، اللولبيات الشاحبة Triponema Pallidum ، المسببة مرض الزهري Syphilis .
  - عبور المشيمة بعد إصابتها وإحداث أذية بالغشاء المشيمي ، مثل الإصابة بداء المقوسات Toxoplasma Gondi .

وسنعرض فيما يلي طرق إنتقال المواد الرئيسية عبر المشيمة :

- الماء : يتم عبوره بالاتجاهين بالانتشار البسيط (فرق الضغط الحلولي) .
- الغازات : ينتقل الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون وأول أكسيد الكربون عبر الغشاء المشيمي بالانتشار البسيط . ويتعلق نقل الأكسجين وغاز الكربون بمعدل التدفق الدموي ضمن المشيمة أكثر من معدل فرق التركيز ، لذلك ينجم نقص الأكسجة

الجنينية Fetal Hypoxia عن عوامل عديدة تقلل جريان الدم عبر المشيمة . يمكن لغازات التخدير أيضاً أن تعبر الغشاء المشيمي وتؤثرعلى تنفس الجنين إذا ما استخدمت خلال الولادة .

- الأملاح المعدنية والشوارد : تنتقل بالانتشار البسيط إذا كانت منحلة بالماء .
- السكريات : تنتقل السكريات وبخاصة الغلكوز إلى الجنين بسرعة ، وتبين الدراسات إن إرتفاع سكر دم الأم يتبعه مباشرة ارتفاع سكر دم الجنين ، ويكون معدله في دم الجنين قرب الولادة أقل منه في دم الأم .
- المواد الدسمة : تشبّه طريقة انتقالها وعبورها المشيمة ، بطريقة امتصاصها عبر الأنبوب الهضمي ، حيث تجزأ هذه المواد إلى مكوناتها الأساسية (مثل الغليسيرول والحموض الدسمة) ، ثم تعبر الغشاء المشيمي ، ليعاد تركيبها مجدداً في الجنين ، ولكن يظل انتقالها محدوداً . تكون المواد الدسمة عند الجنين غنية بالحموض الدسمة المشبعة، على العكس من الحموض الدسمة عند الأم التي تكون غير مشبعة.

كما يتركب دسم الجنين بصورة أساسية بدءاً من السكريات ، وبدرجة أقل من المواد الدسمة المنقولة ، وهذا ما يفسر كبر حجم أجنة الأمهات السكريات.

- البروتينات : تنقل بطرق مختلفة حسب حجمها ، فالصغيرة الحجم مثل الحموض الأمينية تنتقل بالانتشار البسيط ، أما الكبيرة الحجم فتنقل بالاحتساء Pinocytosis ، وإذا كانت كبيرة جداً فإنها لا تعبر المشيمة .
- الفيتامينات : تعبر الفيتامينات المنحلة في الماء بسهولة أكبر من المنحلة في الدسم . وقد كشفت كميات متراكمة من الفيتامين C في المشيمة ، كما لوحظت صعوبة مرور الفيتامين K عبر الغشاء المشيمي ، ولم تعرف آلية عبور الفيتامينات للغشاء المشيمي تماماً ، وقد تختلف من فيتامين إلى آخر .
- الهرمونات : تعدُّ دراسة انتقال الهرمونات أمراً معقداً لأن المشيمة تفرز جزءاً منها .ويلاحظ أن الهرمونات البروتينية (مثل الثيروكسين) لا تنتقل إلى الجنين بكميات كبيرة ، على العكس من الهرمونات الستيروئيدية غير المقترنة التي تعبر المشيمة بحرية . وقد لوحظ أن التستسترون وبعض أشكال البرجسترون تعبر المشيمة ، وقد تحدث تذكيرا للأجنة المؤنثة

- الشوارد والكهرليات : يتم تبادل هذه المركبات عبر الغشاء المشيمي بكميات مهمة كل واحد بمعدله الخاص . فعندما تعطى الأم الحامل سوائل وريدية ، فإنها تعبر إلى الجنين مؤثرة على حالة الماء والشوارد لديه.
- الأضداد المناعية الأمّوية maternal antibodies : تعبر الأضداد المناعية الموجودة التي ركبتها الأم المشيمة إلى الجنين ، الأمر الذي يفسر المناعة المؤقتة المنفعلة للمولود الجديد تجاه بعض الأمراض مثل الدفتريا والجدري والحصبة. حيث تعبر الأضداد من نوع IgG المشيمة بسرعة ، وتصل الانواع ألفا وبيتا غلوبولين بكميات قليلة إلى الجنين ،اما آلية انتقالها فتكون بالاحتساء (البلعمة الخلوية) pinocytosis
- الأدوية والعوامل الممرضة : تعبر الكثير من الأدوية والعقاقير الطبية ومستقلباتها الغشاء المشيمي ، وقد عرف للكثير منها تأثيرات ماسخة للجنين (مثل عقار التاليدوميد) كما سيوضح ذلك في فصل لاحق .

كما تعدُّ الكثير من الحمات الراشحة (مثل الحمّة المضخّمة للخلايا cytomegalo virus، وحمة الحصبة الألمانية Rubella virus) المشيمة مسببة تشوهات جنينية خلقية متعددة ، إضافة إلى بعض الأحياء الدقيقة (مثل اللولبيات الشاحبة المسببة لمرض الزهري Syphilis) التي قد تعبر المشيمة أيضا مسببة مسوخاً جنينية خلقية .

- العبور من الجنين إلى الأم : تنتقل الفضلات من دم الجنين إلى دم الأم عبر المشيمة بسرعة (مثل غاز ثاني أكسيد الكربون ،والبولة وحمض البول ، والبيليروبين .... الخ)، ويعبر معظمها بالانتشار البسيط ويتخلص منها الجنين بسرعة . ذكر أيضا انتقال تجمعات من الأرومة الغاذية المخلوية Cyncytio trophblast ، إلى دم الأم و التي قد تصل الرئة أحيانا ثم تتحلل وتتلاشى . كما ذكر انتقال كريات دموية حمراء جنينية عبر المشيمة إلى دم الأم (وذلك عبر ثغرات مجهرية أو تمزقات في الغشاء المشيمي) فإذا كان الجنين إيجابي عامل ريزوس RH والأم سلبية الـ RH، فإن جهاز المناعة عند الأم سيشكل أضداداً للـ RH والتي تعبر الغشاء المشيمي مسببة انحلال دم الجنين الإيجابي الـ RH ومحدثة فقر دم شديد عنده .

3) وظيفة إنتاج الهرمونات HormonesProduction :

يتم إنتاج الهرمونات بالأرومة الغاذية المخلوية وذلك باستعمال طلائع مشتقة من الجنين والأم . وتكون هذه الهرمونات المفرزة إما بروتينية الطبيعية أو ستيروئيدية الطبيعية .

• الهرمونات البروتينية :

1) موجهات القند المشيمائية الإنسانية (HCG):

وهو بروتين سكري ، يشبه الهرمون الملوتن (LH)، ويقوم بالإشراف على نمو الجسم الأصفر (اللوتيني) ودعم تطوره .يبدأ إفرازه منذ التعشيش ، ويزداد تدريجياً ليصل إلى قيمته العظمى نحو الأسبوع الثامن ثم ينخفض بعد ذلك ، وقد لوحظ ازدياد معدله عند وجود أورام مشيمية . ينتقل هذا الهرمون إلى دم الأم حيث يمكن كشفه ومعايرته باكراً في دم الأم الحامل و بولها .

2) اللاكتوجين المشيمي الإنساني Humen Placental Lactgen (HPL):

ويشبه بعمله هرمون البرولاكتين النخامي ، حيث يعمل على تطور الغدة الثديية وتنشيطها، لذلك سمي قديماً مولد اللبن Loctogen ، ينشط هذا الهرمون أيضاً استقلاب المواد الغذائية في جسم الأم لتفي حاجة الجنين . ويمكن كشفه منذ الاسبوع الثالث، ويزداد معدله حتى نهاية الحمل .

3) موجهات الدرق المشيمائية الإنسانية (HCT) :

وموجهات قشر الكظرالمشيمائية الإنسانية H.C.Corticotropin

• الهرمونات الستيروئيدية :

1) البروجسترون :

تنتج المشيمة البروجسترون في نهاية الشهر الرابع بمقادير كافية للمحافظة على الحمل في حال فشل الجسم الأصفر في العمل وظيفياً على نحو جيد . ويكمن دوره الرئيسي في التثبيط الوظيفي لتقلصات الرحم .

2) الأستروجين :

يزداد إنتاجه من المشيمة بشكل متزامن مع انخفاض صدوره من المبيضين ،ويبقى في ازدياد مستمر حتى قبيل الوضع. ينشط تكاثر الألياف العضلية الملساء لعضلية الرحم ويزيد في حساسيتها لهرمون الـ Oxcytocin تقوم المشيمة بتركيبه ابتداء من طلائع تركب في كظر الجنين بشكل رئيسي . (حيث إنه في حالات انعدام الدماغ ،يغيب الإشراف العصبي على الكظر ،فيتراجع تطوره ،الأمر الذي يؤدي انخفاض إفراز الاستروجين ، كما يختفي الأستروجين عند موت الجنين .....).

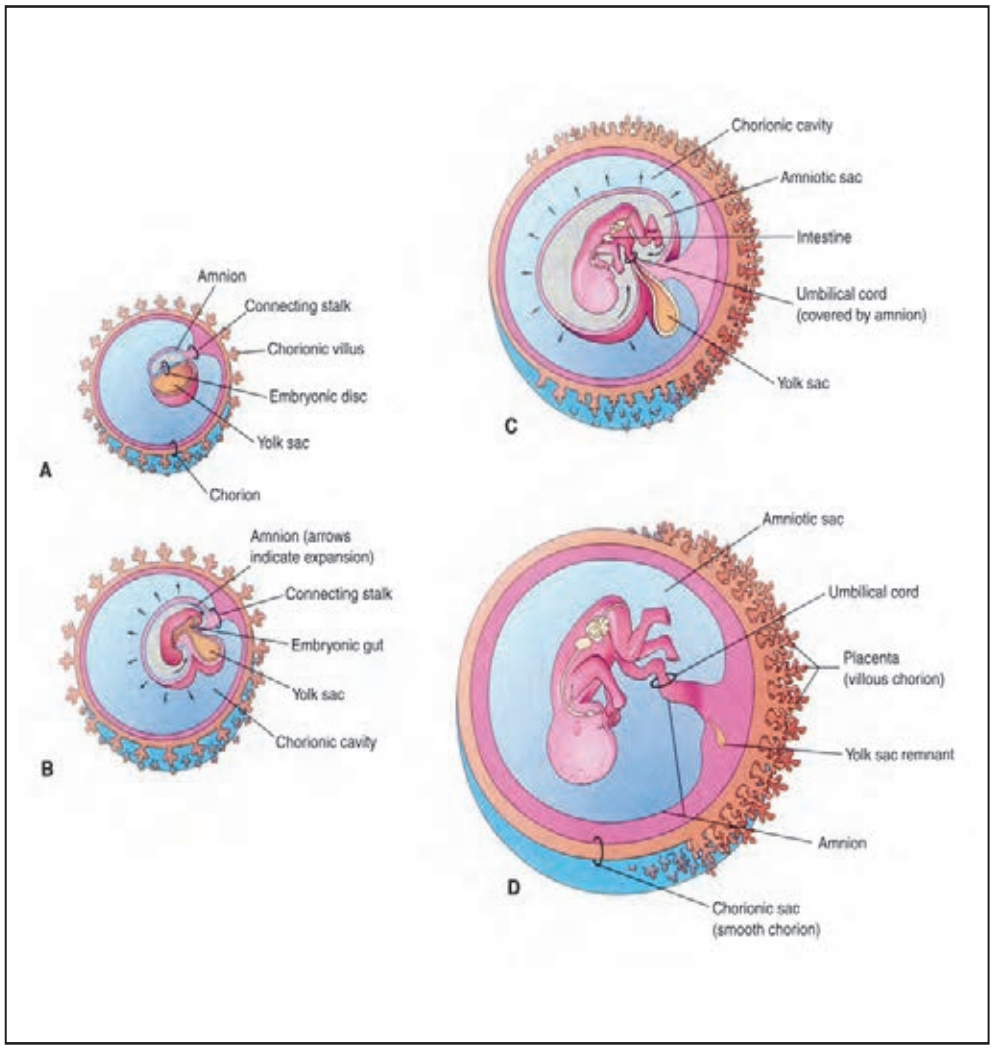
الغشاء السلوي المشيمائي
Amniochorionic Membrane

ينمو السلى Amnion بشكل مُطَّرد ،بحيث يزداد حجم الجوف السلوي بشكل متسارع ومتزامن مع تضاؤل الجوف المشيمائي chorionic cavity إلى أن ينطبق السلى في النهاية على المشيماء ناهياً الجوف المشيمائي.

يدعى الغشاء المتشكل من اجتماع السلى والمشيماء باسم الغشاء السلوي المشيمائي الملتحم مباشرة مع الغشاء الساقط للرحم . ويبقى هذا الغشاء عارياً في سوية عنق الرحم ، حيث يسمح تمزقه في أثناء الوضع (الولادة) بخروج الجنين و السائل السلوي.

تبلغ سماكة السلى حوالي بضعة ميليمترات مقابل المشيمة ، وأقل من ميلمتر واحد في باقي المناطق، ويتألف من الطبقات التالية : بشرة ساترة ، وغشاء قاعدي ، وطبقة ليفية متراصة، وأورومات ليفية، كما تكون البشرة الساترة للسلى هرمية وعالية ومزغبة

ومتماسكة ، هيولاها غنية بالمصورات الحيوية وجسيمات غولجي والمكتنفات الشحمية، الأمر الذي يدل على نشاط تبادلي مهم . ولم تلاحظ في السلى نهايات عصبية وأوعية دموية .



الشكل (8 – 14) صورة ترسيمية توضح تزايد ونمو الجوف السلوي على حساب تراجع وزوال الجوف المشيمائي مع تشكل الحبل السري .

الحبل السري Umbilical cord

وهو الحبل الذي يصل المشيمة مع سرة الجنين ، ويكون ملتوياً ليناً يبلغ طوله بتمام الحمل حوالي 50- 60 سم، وقطره 2سم وسطياً وله سطح أملس لأنه مغطى بطبقة من السلى . يحتوي الحبل السري على وريد وشريانين سريين ، محاطين بنسيج رخو هلامي يدعى هلام وارتون Warton . تكون الأوعية الدموية فيه أطول منه لذلك تلتف فيه حلزونياً ،وقد يبرز على السطح بعض العقد الكاذبة لها .

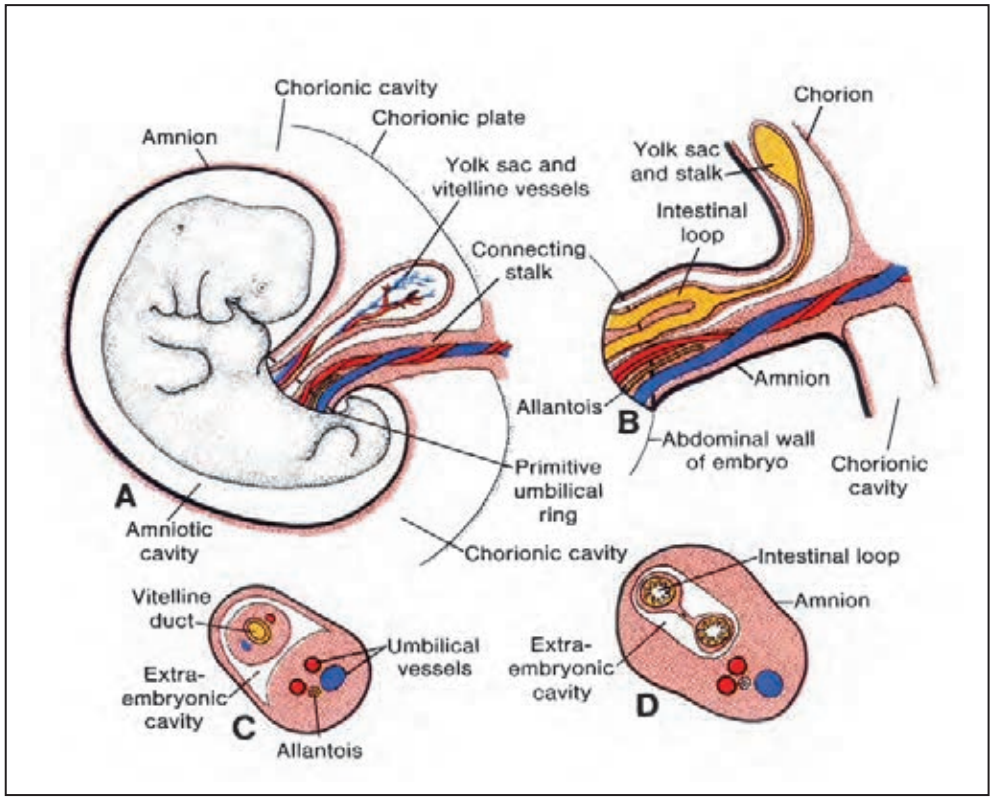
مراحل تشكل الحبل السري:

1) الحلقة السرية البدائية Primative umbilical ring :

يكون الاتصال بين السلى والأديم الظاهر (الوريقة الظاهرة) وهوما يسمى الوصل السلوي الأديمي الظاهر Amnio ectodermal junction موجودا في البداية عند الحافة الخارجية للقرص المضغي ، ومع نمو المضغة وحدوث الالتواءات الجنينية ينتقل هذا الوصل إلى الناحية البطنية للجنين متحولاً إلى حلقة بيضاوية تدعى الحلقة السرية البدائية ، والتي يمر منها في الأسبوع الخامس التراكيب التالية : سويقة الاتصال وضمنها السقاء والاوعية السقائية ، والقناة المحية التي تترافق مع الأوعية المحية ، وبقايا من الجوف المشيمائي .

2) الحبل السري البدائي Primative Umbilical cord :

يكبر الجوف السلوي مع استمرار التطور بسرعة على حساب الجوف المشيمائي حيث يبدأ السلى بتغليف سويقة الاتصال والكيس المحي ، ويجمعهما سوية مشكلا الحبل السري البدائي ، ويحتوي في قسمه القاصي على القناة المحية والأوعية السرية، وأما المناطق الأكثر دنوّاً فتحتوي على بعض العرى المعوية ورديم السّقاء ، ويتصل الكيس المحي



الشكل (8 -15) صورة ترسيمية توضح تشكل الحبل السري.

الموجود في الجوف المشيمائي بالحبل السري بوساطة قناته أو سويقته . يتمدد السلى في نهاية الشهر الثالث بحيث يتصل مع المشيمة ماحياً الجوف المشيمائي، ثم ينكمش الكيس المحي عادة ويزول تدريجياً . بينما يتطاول الحبل السري بشكل متزامن مع نمو الجوف السلوي والتطور الجنيني . يكون الجوف البطني للجنين بشكل مؤقت صغيراً جداً بالنسبة للعرى المعوية السريعة التطور ، و لذلك يندفع بعضها خارجاً ضمن الحبل السري مشكلاً الفتق السري الفيزيولوجي Physiological umbilical hernia ، تدخل العرى المعوية في نهاية الشهر الثالث جسم الجنين ليزول هذا الجوف من الحبل السري .

3) الحبل السري النهائي Definitive Umbilical cord :

يتمايز النسيج المتوسط خارج المضغي للسويقة المحية مشكلاً هلام وارتون Warton's Jelly، وينغلق تجويف السويقة المحية وتختفي الأوعية المحية ،وهكذا يفقد الكيس المحي اتصاله بالمعي الأوسط . كما ينغلق الجزء القاصي من السقاء ، بينما تبقى الأوعية السقائية وتتضخم لتكوّن الأوعية السرية Umbilical Vesseles

شذوذات الحبل السري Abnormalities of the Umbilical cord

1) شذوذات في طول الحبل السري :

سواء كان ذلك إفراطاً في طوله مما قد يسبب التفافاً حول عنق الجنين أو حول أطرافه، أو قصرا في طوله مما يشكل خطراً زائداً لانفكاك المشيمة الباكر .

2) شذوذات في ارتباط الحبل السري بالمشيمة :

يرتبط الحبل السري بشكل طبيعي مركزياً في نقطة قرب منتصف السطح الجنيني للمشيمة، لكنه أحياناً يكون الارتباط لا مركزياً Eccentri ، أو هامشياً Marginal، أو غشائياً Velamentous.

3) شذوذات عددية :

كأن يكون الحبل السري مزدوجاً أو ثلاثياً (ثلاثة حبال سرية) .

4) شذوذات وعائية ضمن الحبل السري :

كأن يحتوي على شريان وحيد، حيث ينجم غياب الآخر عن عدم تشكله أو عن تحلله بعد تشكله ، وتترافق هذه الحالة مع تشوهات مرافقة في الجملة القلبية الوعائية .

5) الفتق السري المرضي :

وذلك عندما لا يكتمل رجوع الفتق السري الفيزيولوجي الذي يحدث بشكل طبيعي بين الأسبوع السادس والعاشر ،وفي هذه الحالة تشاهد عدة عرى معوية ضمن القسم الداني من الحبل السري عند الولادة .

6) عقد الحبل السري :

وهنا يجب التمييز بين العقد الكاذبة، التي هي عبارة عن انتفاخات على سطح الحبل السري نتيجة الالتواء الشديد في الأوعية السرية ، وتعدُّ هذه الانتفاخات طبيعية لاتسبب أي ضرر . والعقد الحقيقية التي قد توقف الدوران الدموي ضمن الأوعية السرية مسببة موت الجنين .

الكيس المحي Yolk Sac

لقد تم استعراض التطور الباكر للكيس المحي سابقاً ،حيث ذكر أنه يتراجع ويندفع ضمن المشيماء ليزول ولا يعود مرئياً في حدود الأسبوع العشرين . وفي بعض الحالات القليلة (نحو 2%) يبقى الحويصل المحي في المشيمة قرب نقطة ارتكاز الحبل السري فيها ، كما تبقى السويقة المحية مشكلة رداً صغيراً يتصل فيما بعد بالدقاق، يدعى رتج ميكل Mickel diverticulum لايقوم هذا الكيس المحي بوظائف غذائية ادخارية عند الإنسان ولكنه يمتلك بعض الأدوار :

1) يتجمع فيه بعض الغذاء مع السائل المصلي خلال الأسبوعين الثاني والثالث .
2) يسهم جداره الأنسي بتشكيل المعي البدائي الذي يرث الأوعية الدموية أيضاً ، كما يشكل السقاء .
3) يسهم جداره بتشكيل الدم بدءاً من الأسبوع الثالث ،ريثما يتكرس في المنطقة داخل المضغية .

4) تتكون الخلايا المنشئة (المنشئة) الابتدائية primordial germ calls في جداره نحو الأسبوع الثالث ريثما تهاجر للاقناد Gonades.

الشكل (8 – 16): الكيس المحي.

السقاء(الوشيقة) Allantois

تتطور السقاء ضمن سويقة الاتصال كرتج خلفي لجدار الكيس المحي في الأسبوع الثالث، ثم ترتبط بالمذرق فالجيب البولي التناسلي عند تشكلها . وتمتلك بعض الأدوار :

1) يكون جدارها مركزاً لتشكيل الدم في الأسابيع الأولى مثل الكيس المحي .
2) تصبح أوعيتها الدموية الأوعية السرية .
3) تتحول إلى رباط سميك يدعى المريطاء (العصيب) Urachus ، ومن ثم الرباط السري المثاني الأوسط .

السائل السلوي Amniotic Fluid

يمتلئ الجوف السلوي بسائل مائي رائق يؤدي دوراً أساسيا في نمو الجنين وتطوره، يفرز القليل منه من قبل الخلايا السلوية ، بينما يشتق معظمه من مصادر أمّوية بواسطة الارتشاح عبر الأغشية الملحقة .

وفي النصف الأول للحمل ، يسهم الارتشاح Diffusion عبر طبقات جلد الجنين في إغناء السائل السلوي ، وعندما يتسمك الجلد ويتقرن يتوقف هذا المصدر ، كما يرشح جزء منه من الحبل السري الهلامي القوام حتى في النصف الثاني من الحمل.

وتضيف مفرزات جهاز الهضم والتنفس عبر الفم مفرزات إضافية للسائل السلوي. ولكن المصدر الرئيسي له في النصف الثاني للحمل هو بول الجنين . وقد تصل كمية البول في نهاية الحمل إلى نصف ليتر يومياً (ويكون معظمه ماءً لأن الفضلات تطرح عن طريق المشيمة) ، ويكون للسائل السلوي طرق امتصاص ، لذلك فإنه في تجدد مستمر ، وطرق امتصاصه هي :

- الأغشية الجنينية الملحقة حتى الطبقة الساقطة فدوران الأم .
- الابتلاع الجنيني حيث يمتص في القناة الهضمية إلى الدوران الدموي الجنيني ثم المشيمة فدوران الأم . وقد تصل كمية السائل المبتلعة في أواخر الحمل إلى نحو 400 مل يومياً.

يبلغ متوسط إفراز السائل السلوي في النصف الأول للحمل نحو 10 مل يومياً ويزداد تدريجياً ليبلغ حجمه 30 مل بعمر 10 أسابيع ، ثم 350 مل في عمر عشرين أسبوعاً، ليبلغ 700 — 1000 مل في عمر 37 أسبوعاً.

ويجب تمييز نوعين من المشكلات المرضية الناجمة عن حجم السائل السلوي :

- **موه السلى (استسقاء السلى) Polyhydroamnios :**

و تزيد فيه كمية السائل السلوي عن 2000 مل في النصف الثاني من الحمل ، وتنتج هذه الحالة عندما تكون سرعة التخلص منه أقل من سرعة إفرازه .

وأهم أسباب ذلك : فقدان حركة البلع بفقدان الإشراف العصبي عليها (اضطرابات الجهاز العصبي المركزي مثل انعدام الدماغ)، إعاقة مروره في القناة الهضمية لوجود انسداد أو تضيق فيها ، الحمل المتعدد وبعض الأمراض الأمّوية مثل السكري، ومن الجدير ذكره أن أكثر من نصف الحالات تكون أسبابها مجهولة .

- **قلة السلى (شح السائل السلوي) Oligohydroamnios:**

ويكون فيه حجم السائل السلوي أقل من 400 مل في الثلث الأخير للحمل ، وتكون معظم حالاته ناجمة عن قصور المشيمة الذي يقلل من تدفق الدم ضمنها .إضافة إلى حالات غياب الكلية (عدم تكون نسيجي كلوي)، وحالات الانسداد الحالبي ، والتي تؤدي إلى غياب إسهام بول الجنين في السائل السلوي مؤدية إلى قلته .

تمزق الغشاء السلوي الباكر والذي يعدُّ من أشيع أسباب المخاض الباكر يحدث بنسبة 10٪ من الحمول مؤدياً إلى قلة السلى.

تركيب السائل السلوي

يتغير تركيب السائل السلوي مع تعاقب فترات الحمل ،ويمثل الماء القسم الاعظم منه إذ تصل نسبته إلى حدود 99٪ ونجد فيه مركبات منحلة وأخرى معلقة وخلايا ظهارية جنينية متوسطة .وهو سائل عقيم جرثومياً ، معتدل درجة الحموضة (Ph:7.3 -7.7).

يتواجد فيه من المكونات الحيوية جميع تلك الموجودة في مصل الدم ونذكر منها :

- **الكهرليات والشوارد :**

وأهمها الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنزيوم إضافة إلى الكلور والبيكاربونات والفوسفور .ومن العناصر النادرة نجد النحاس والحديد والزنك والرصاص والبزموت .

- **البروتينات :**

يكون تركيزها منخفضاً نسبياً ، كما أن حجومها منخفضة الوزن الجزيئي (أقل من 150الف kDa) ، وأهمها الألبومين Serum Albumine ، و Transferrine، وكميات ضئيلة من IgA،IgG ، وآثار من IgM، إضافة إلى عدد كبير من الأنزيمات .

أما مصدرها فهو أمّوي عبر الأغشية الملحقة ، ويستثنى من ذلك البروتين الجنيني ألفا Alpha-fetoprotein والذي يركبه كبد الجنين .

- **الدسم :**

تركيزه منخفض ومنها :الفوسفو ليبيدات (منها الليسيتين ،السفنغوميلين ، وعامل التوتر السطحي الرئوي surfactant)، غلسيريدات ، والكوليسترول . أما مصدرها فهو جنيني ، وهناك استثناء وحيد وهو البروستاغلاندينات الأمّوية المصدر، ويتم التخلص منها بالابتلاع الجنيني.

- **الهرمونات :**

تطرح مع بول الجنين ومنها :النخامية ، والكظرية ، والمعثكلية ، والمشيمية وقد تنقل الأم بعض هرموناتها .

- **البولة وحمض البول والكرياتينين :**

ترد البولة في النصف الأول عن طريق الانتشار البسيط ، وترد في النصف الثاني مع بول الجنين .

أما حمض البول فإنه يتغير في السائل السلوي : 0.12 غ/ليتر في الأسبوع العاشر ليصل 0.30 غ/ليتر قرب الولادة .

وبالنسبة للكرياتينين الذي يفيد في مراقبة درجة تطور الجنين ، ويتغير من 5 ملغ / ليتر في الأسبوع العاشر ، إلى 9 ملغ / ليتر في الأسبوع التاسع عشر، إلى 22 ملغ /ليتر قرب الولادة .

ويظن أن مصدره جنيني وأمّوي معاً في النصف الأول للحمل، ثم يصبح مصدره الرئيسي بول الجنين، ويأتي قسم منه عن طريق الجلد والحبل السري وإفرازات الرئيتين .ويتم التخلص منه بالابتلاع الجنيني والارتشاح عبر الأغشية الملحقة إلى حد ما . ويزداد معدله مع تقدم نضج الكليتين .

- **السكريات (الغلوكوز) :**

ويكون تركيز الغلوكوز كالتالي : 0.65 غ/ليتر في الأسبوع الثاني عشر، 0.28 غ/ليتر في الأسبوع الثامن عشر، 0.18 غ/ليتر في الأسبوع الثلاثين ، ثم 0.1 غ/ليتر قرب الولادة .

أما مصدره فهو أمّوي ، ويعلل انخفاض معدله التدريجي بانخفاض نفوذيته عبر الأغشية الملحقة إضافة إلى استقلابه . ولوحظ أن ارتفاع معدل الغلوكوز في دم الأم يؤدي إلى ارتفاع معدله في السائل السلوي .

وظائف السائل السلوي

يسبح الجنين بحرية ضمن السائل السلوي ،الذي يؤمن له عدداً من الوظائف :

- **في المراحل المبكرة من الحمل :**

1) يسمح بنمو الجنين بصورة متناسقة ومتناظرة.
2) يعمل كوسادة مائية واقية تقوم بامتصاص الصدمات التي قد تتعرض لها الأم.
3) يمنع التصاق الجنين بالأغشية الملحقة.
4) يحافظ على الجنين من تغيرات درجة الحرارة.
5) يحمي الجنين من الجفاف ويشترك في الحفاظ على استتباب السوائل والشوارد.
6) يسمح بحرية حركة الجنين مما يساعد على تطور جهازه الحركي.
7) يعمل كواقٍ للجنين من الأخماج Infections .
8) يشكل مكاناً للبول والعقي Mechonium في أثناء الحمل .

- **في المراحل المتأخرة من الحمل :**

- يعمل على حماية الجنين من التقلصات العضلية الرحمية التي تحدث خلال المراحل المتأخرة من الحمل (والمراحل الأولى من الولادة) .
- يبدأ الجنين في ابتلاع السائل السلوي مما يساعد على تدريب الجنين على الرضاعة والبلع .

- **في نهاية الحمل وخلال الولادة :**

- يندفع في أثناء الولادة أمام الجنين ليكوّن ما يسمى بـ" جيب المياه " ، الذي يساعد على توسيع قناة عنق الرحم .
- يتمزق خلال الولادة ،ليقوم بغسل المهبل وترطيبه قبل ولادة الجنين مباشرة.

الفصل التاسع

الحمل المتعدد

Multiple Pregnancy

وهو أمر شائع نسبياً ، خاصة بعد شيوع استخدام محرضات الإباضة عند مريضات نقص الخصوبة .

تزداد مخاطر واختلاطات الحمل المتعدد بازدياد عدد الأجنة ، وأهم هذه المخاطر هي زيادة نسبة حدوث التشوهات الخلقية ، والولادات المبكرة، مع زيادة نسبة المراضة Morbidity عند الأم ذات الحمل المتعدد .

تختلف نسبة حدوث الحمل المتعدد حسب المجتمعات والدراسات لتتراوح بين 1- 2٪ من مجمل الحمول .

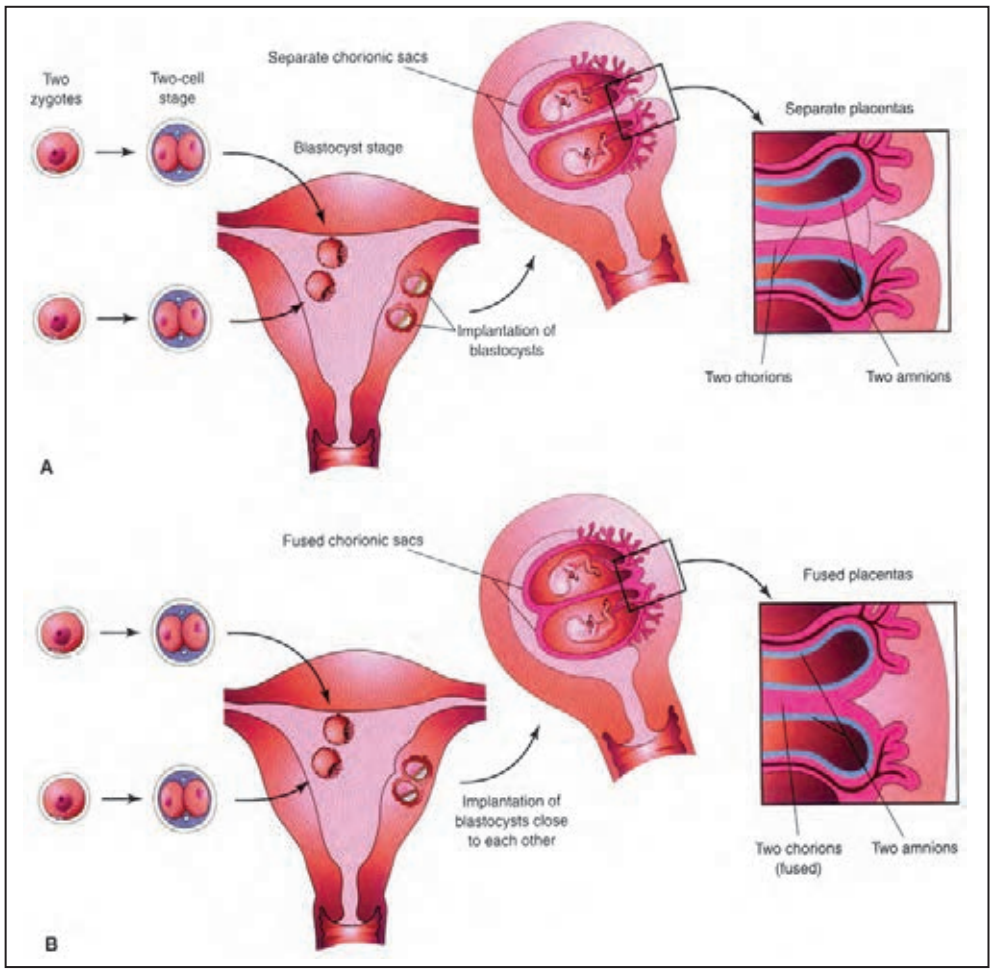
يمكن لهذه التوائم أن تنشأ من بيضة مخصبة (زيجوت) واحدة وتدعى عندئذ بالتوائم أحادية البيضة المخصبة Monozygotic twins .

كما يمكن أن تنشأ من بيضتين مخصبتين ،وتدعى عندئذ بالتوائم ثنائية البيضة المخصبة (الزيجوت) Dizygotic Twins.

تشكل التوائم ثنائية البيضة المخصبة ثلثي التوائم بشكل عام حسب أغلب الإحصائيات، مع ملاحظة زيادة النسبة مع تقدم عمر المرأة الحامل ، كما تختلف نسبة الحدوث من عرق إلى آخر، ويعتقد أن وراء التوائم ثنائية البيضة المخصبة عاملاً مورثياً مسؤولاً تحمله المرأة نفسها .

التوائم ثنائية البيضة المخصبة (الزيجوت) Dizygotic Twins

يكون النمط الوراثي للفردين مختلفاً ، بذلك يكون النمط الشكلي ، بما فيه المظهر الجنسي و الزمر الدموية مختلفاً، ويكون لمثل هذه التوائم جوفان سلويان ، ومشيمتان منفصلتان أو متفاغرتان (ملتحمتان) .



الشكل (9 – 1): التوائم ثنائية البيضة المخصبة تكون ثنائية الجوف السلوي وثنائية المشيمة (A) المشيمة يمكن ان تكون منفصلة تماما ،(B) أو تكون ملتحمة عندما يكون الإنغراس متجاوراً.

التوائم أحادية البيضة المخصبة (الزيجوت) Monozygotic Twins

وتنجم عن انقسام البيضة المخصبة (الزيجوت) في مراحل مختلفة من التطور . ويكون النمط الوراثي والنمط الشكلي للفردين متماثلاً ، ويجب تمييز الحالات حسب مرحلة الانفصال :

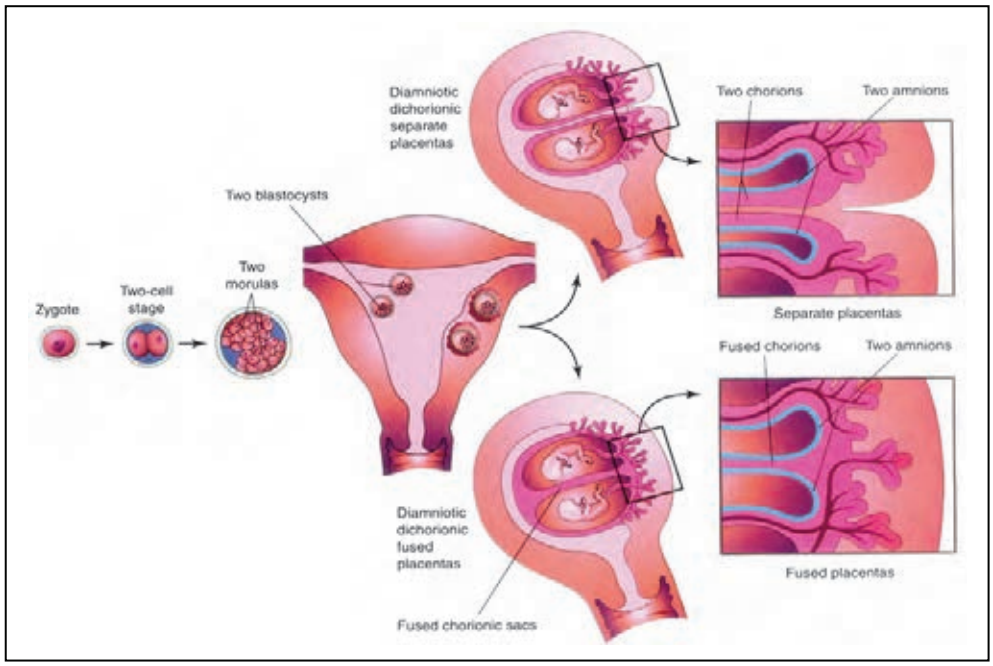
- إذا حدث الانفصال في وقت مبكر (قبل اليوم الثالث) يكون للجنينين جوفان سلويان ومشيمتان منفصلتان أو متفاغرتان (ملتحمتان) ، تماماً كما هي الحال في التوائم ثنائية البيضة المخصبة .

- أما إذا حدث الانفصال بعد ذلك (من اليوم الرابع حتى السابع وسطيا أي في مرحلة الكيسة الأريمية) فيكون لهما جوفان سلويان وجوف مشيمائي واحد ومشيمة واحدة .

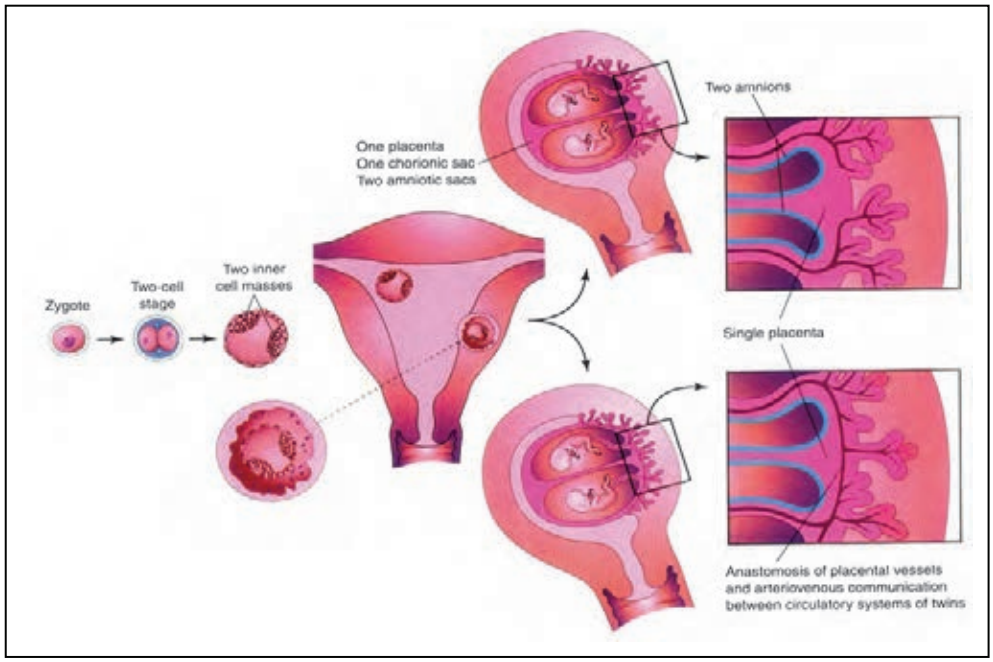
- وإذا تم الإنفصال بعد مرحلة تشكل القرص المضغي (بعد اليوم الثامن) فيكون لهما جوف سلوي واحد ، وجوف مشيمائي واحد ، ومشيمة واحدة .

أما الحمل الرباعي والخماسي والسداسي فنسبته نادرة .

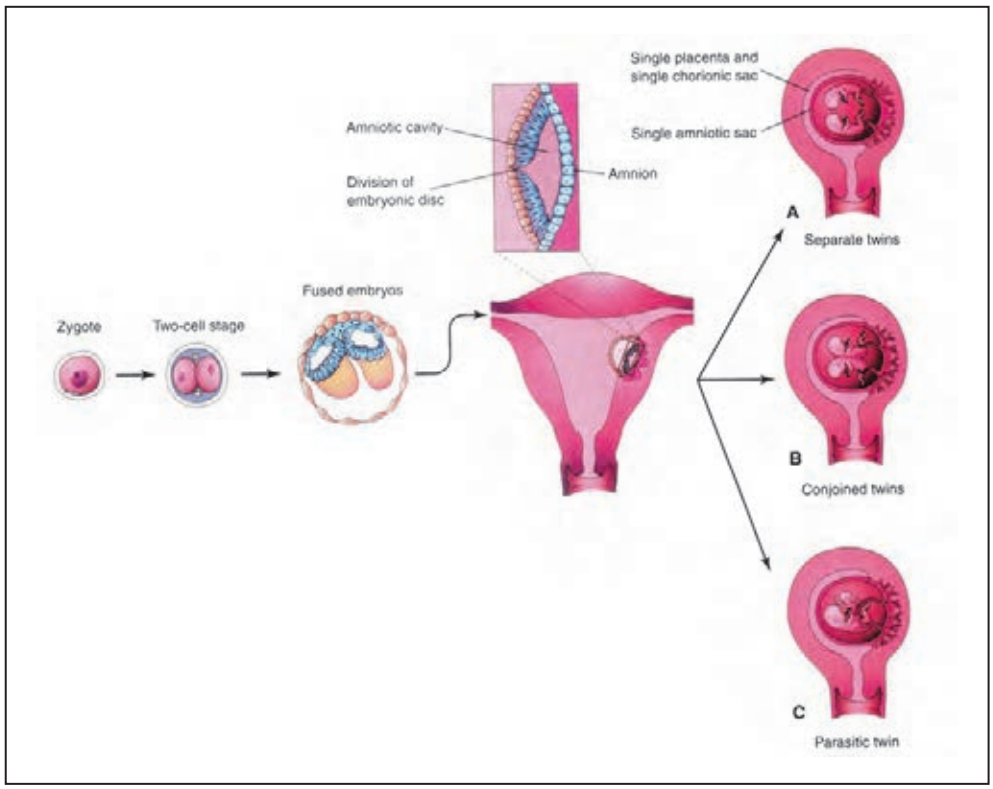
الشكل رقم (9 - 2) توأم خماسي .



الشكل(9 – 3) التوائم أحادية البيضة المخصبة، تكون ثنائية الجوف السلوي وثنائية المشيمة عندما يحدث الإنفصال باكراً، بالأيام الثلاثة الأولى والمشمتان يكونان منفصلتين أو ملتحمتين .

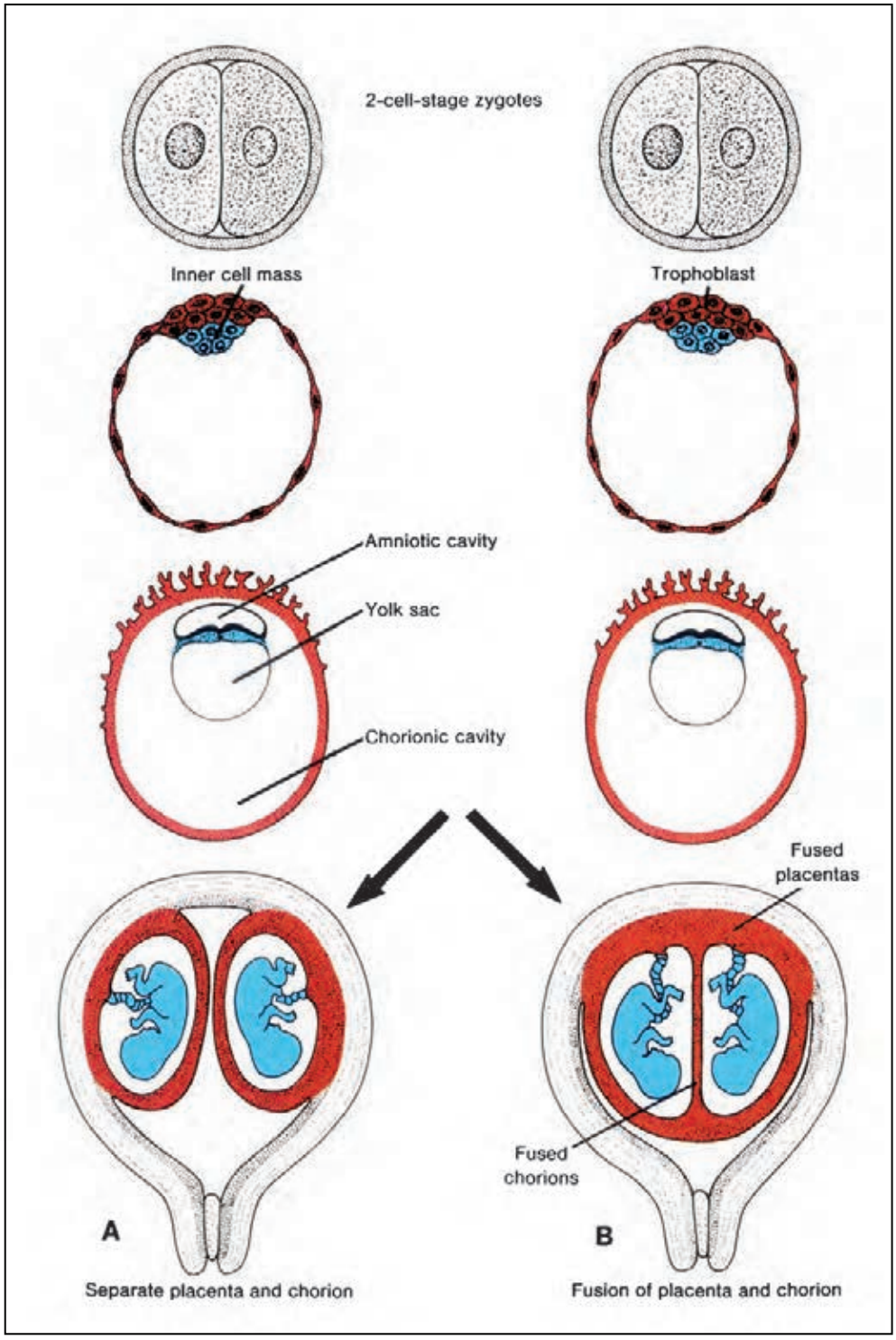


الشكل (9-4) التوائم أحادية البيضة المخصبة (الملقحة) : تكون ثنائية الجوف السلوي وأحادية المشيمة ، وذلك إذا حدث الإنفصال بين اليوم الرابع والسابع أو بعد تشكل كتلة الخلايا الداخلية.

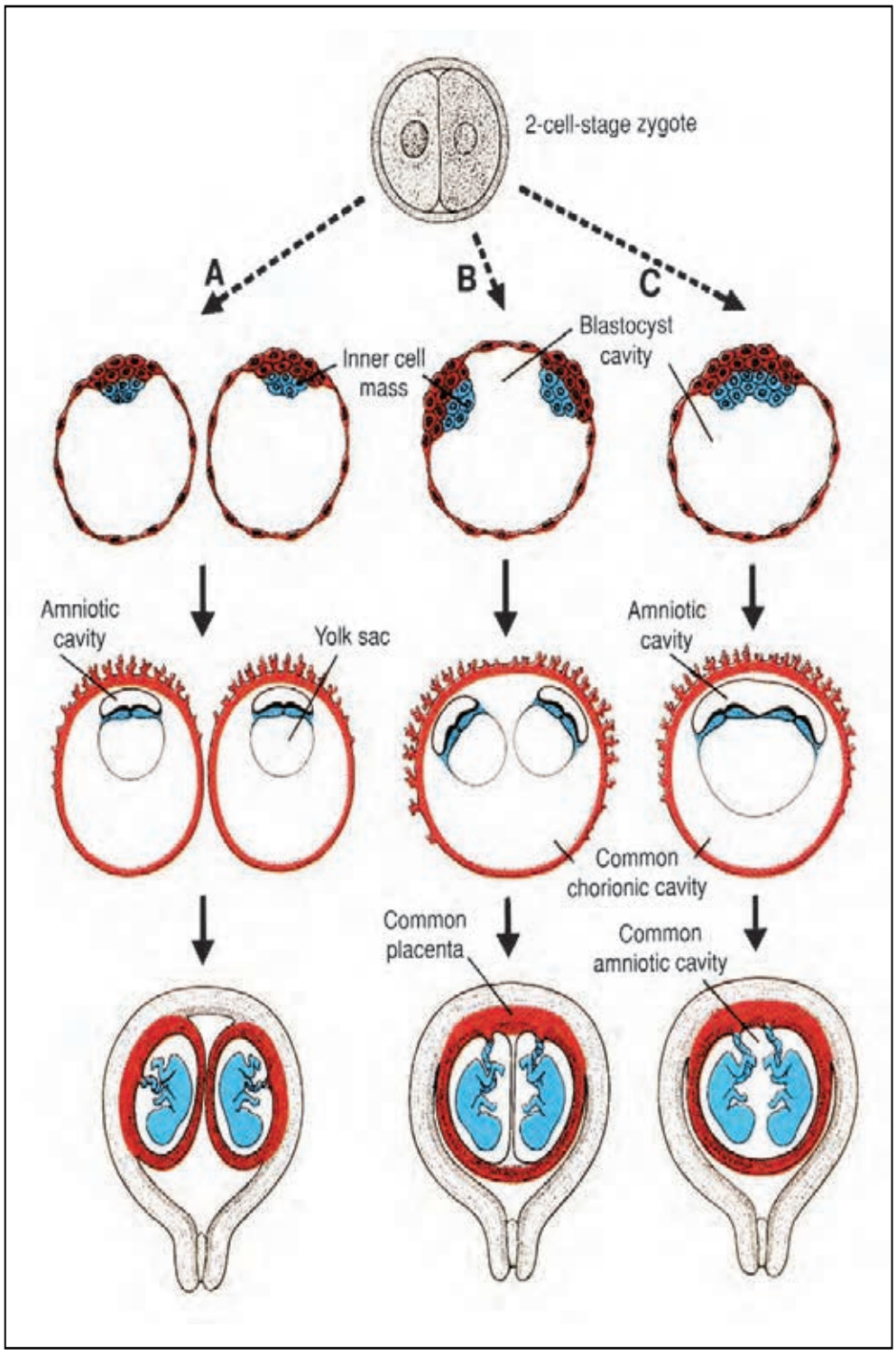


الشكل (9-5) التوائم أحادية البيضة المخصبة (الملقحة) : تكون أحادية الجوف السلوي وأحادية المشيمة عندما يحدث الانفصال متأخراً بعد اليوم السابع (أي بعد تشكل الجوف السلوي)، وبذلك تكون التوائم إما منفصلة أو ملتحمة أو طفيلية.

الشكل (9-6) التوائم أحادية البيضة المخصبة (الملقحة)



الشكل (9 – 7) توائم ثنائية البيضة المخصبة (الملقحة)



الشكل (9 – 8) التوائم أحادية البيضة المخصبة (الملقحة).

التوائم الملتصقة (السيامية) Conjoined Twins

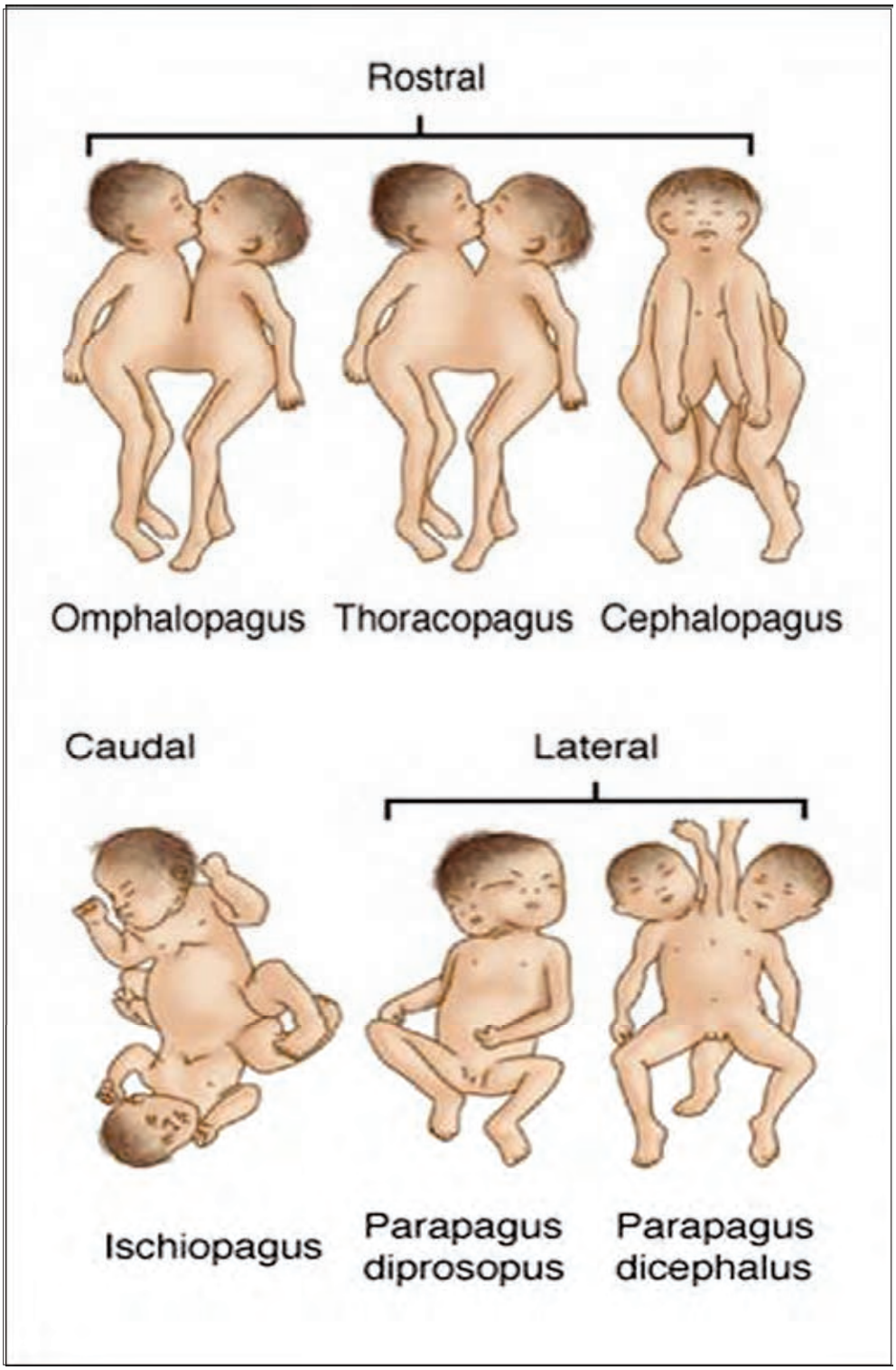
وتحدث عندما لا يتم الانشطار بصورة تامة للقرص المضغي ، وتصنف حسب طبيعة الالتحام ودرجته، حيث يمكن أن تكون ملتحمة الصدرThoracopagus ، وملتحمة القحف Craniopagus ، وملتحمة الظهر Pygopagus .

وقد تتصل التوائم أحياناً بوساطة جسور جلدية أو كبدية عامة . وقد يؤدي خلل تعبير الجينات إلى أجنة ملتحمة أو ملتصقة . ومن المعروف أن هناك الكثير من الأجنة الملتصقة قد كتب لها الحياة .

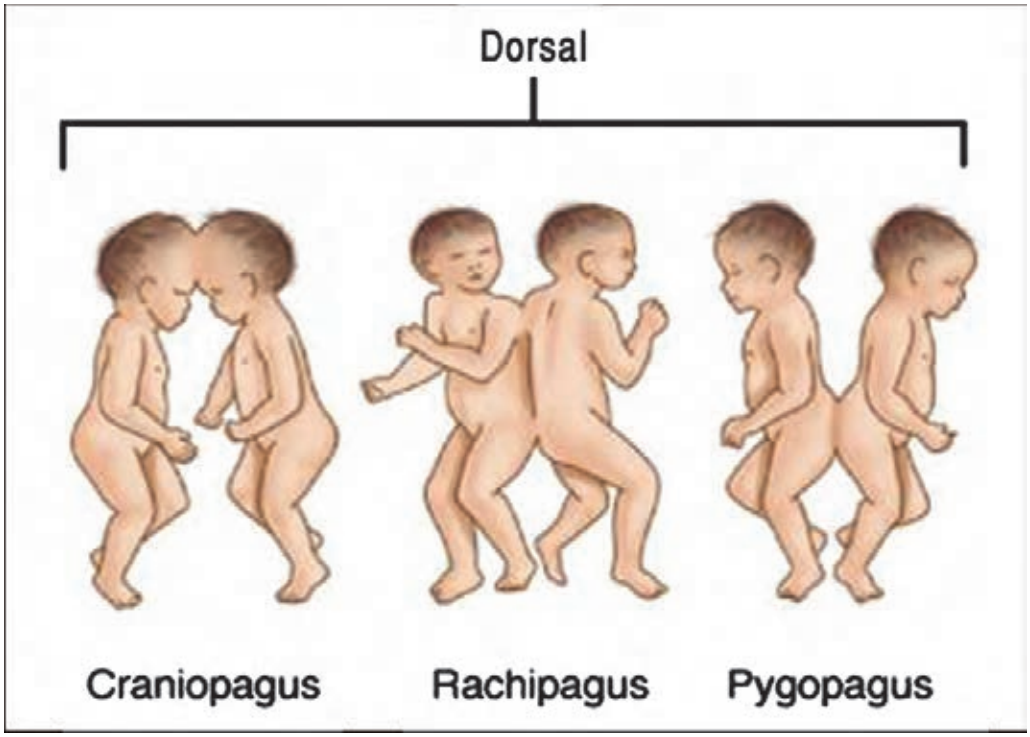
أنماط الحمول المتعددة الأخرى

يحصل التوأم الثلاثي Triplet بنسبة شيوع أقل ، ويمكن أن ينشأ من :

- بيضة مخصبة واحدة ، وتكون الأجنة متماثلة .
- بيضتين مخصبتين ، ويكون اثنان منهما متماثلين والثالث أخاً .
- ثلاث بويضات مخصبة وتكون الأجنة غير متماثلة (أخوة)



الشكل (9 – 7) الأنواع المختلفة للتوائم الملتصقة (السيامية)



الشكل (9 – 8) الأنواع المختلفة للتوائم الملتصقة (السيامية)

الشكل (9 – 9) التوائم الملتصقة (السيامية)

الفصل العاشر

التشوهات الخلقية

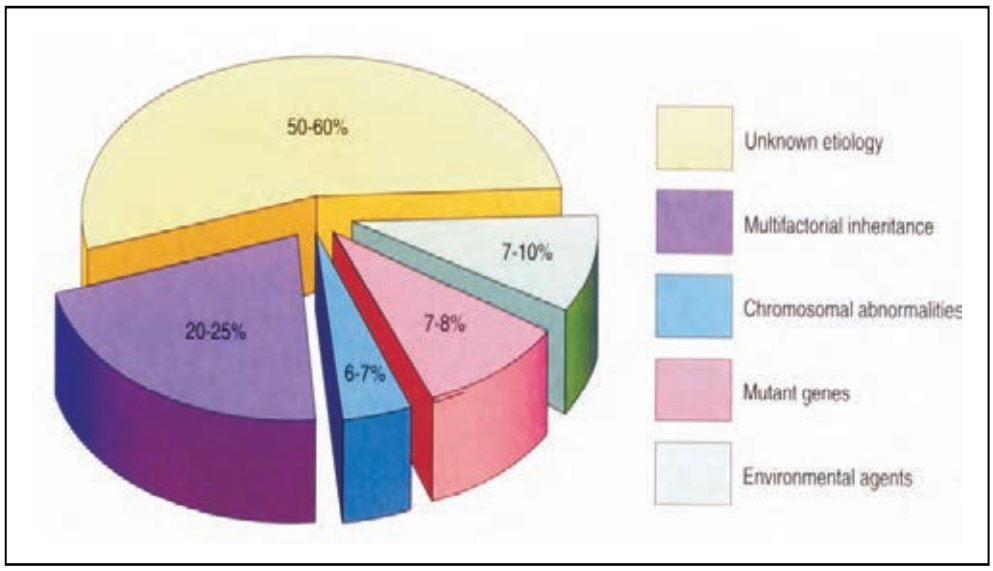
Congenital Malformation

تعـد العيـوب الولاديـة Birth defects و الشـذوذات الخلقيـة Congenital Abnormalities و التشوهات الخلقية Congenital Malformation مصطلحات مترادفة تستخدم لوصف الاضطرابات البنيوية أو السلوكية أو الوظيفية أو الاستقلابية التي توجد عند الولادة.

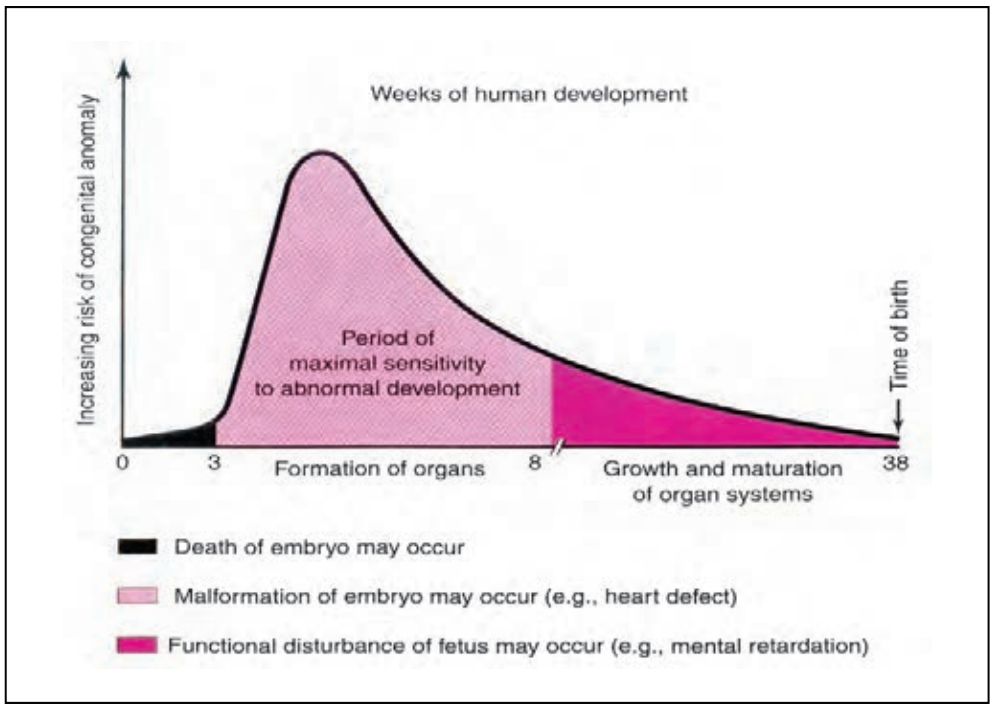
يدعى العلم الذي يدرس هذه الاضطرابات بعلم المسخيات Teratology ، و هو العلم الذي يدرس و يهتم بأسباب هذه التشوهات، أو ما يعرف بالعوامل الماسخة (المشوهة) Teratogens، و التي تعرّف بأنها أي عامل إذا تعرضت له الحامل، يؤدي إلى تغيرات جنينية دائمة سواء كانت تشريحية أو وظيفية.

تحدث التشوهات الخلقية البنيوية الكبيرة في 2 – 3٪ من الولدان الأحياء ، يضاف لها 2 – 3 ٪ من الشذوذات التي تكتشف خلال السنوات الخمس الأولى من الحياة، وبذلك تبلغ نسبة حدوث التشوهات الخلقية بشكل إجمالي بين 4 إلى 6٪ من مجمل الولادات الأحياء . وتعدُّ سبباً رئيسياً لوفيات الأطفال، و مساهماً رئيسياً في حالات العجز والإعاقة. لا يوجد سبب معروف لحوالي 40 إلى 60٪ من الولدان المصابين بعيوب ولادية. و تعد الأسباب الوراثية كالشذوذات الصبغية و الطفرات المورثية مسؤولة عن حوالي 15٪ من الحالات ، و العوامل البيئية مسؤولة عن 10٪ من الحالات، و أما العوامل المشتركة بين المورثية (الجينية) و البيئية (وراثة متعددة العوامل) فتسبب من 20 إلى 25٪ ، و أخيراً تسبب حالات التوأمية من 0.5 إلى 1٪ من الحالات.

تحدث الشذوذات الصغرى في حوالي 15٪ من الولدان . وهذه الشذوذات البنيوية كصغر صيوان الأذنين، و البقع الصباغية ، و الشقوق الجفنية القصيرة لا تضر بحد ذاتها بالصحة، ولكنها تترافق في بعض الحالات مع عيوب كبيرة. فمثلاً الطفل المصاب بشذوذ صغير واحد لديه احتمال 3٪ لأن يكون لديه شذوذ كبير. ومن يحمل شذوذان صغيران يكون معرضاً لاحتمال 10٪ من الشذوذات الكبيرة. و أما من يحمل ثلاثة شذوذات صغيرة أو أكثر فيكون احتمال إصابته بالشذوذات الكبيرة 20٪، لذلك تفيد الشذوذات الصغيرة في كشف عيوب دفينة أشد خطورة منها.



الشكل (10 – 1): شكل بياني يوضح أسباب العيوب الولادية.



الشكل(10 - 2) مخطط بياني يوضح زيادة نسبة حدوث التشوهات الخلقية بالمرحلة المضغية (أو مرحلة تشكل الأعضاء) .

يمكن كشف العيوب الأذنية بسهولة بصفة خاصة، وتكون مشعرات يمكن التعرف عليها بسهولة لتدل على عيوب أخرى، و تشاهد في الحقيقة لدى جميع الأطفال المصابين بشذوذات متلازمية.

أنماط الشذوذات Type of abnormalities

التشوهات Malformations :

تحدث خلال تشكل البنى النسيجية و الأعضاء، وقد تؤدي إلى غياب كامل أو جزئي في البنى التركيبية أو تبدلات في الهيئة الطبيعية.

إذاً هو عيب في تشكل العضو أو جزء من العضو، أو جزء كبير من الجسم، و ينتج عن عملية داخلية غير طبيعية للتطور.

تحدث هذه التشوهات بعوامل بيئية أو وراثية أو كليهما ، و تعمل مستقلة أو بعلاقة متبادلة . و تحدث معظم هذه التشوهات في الفترة المضغية Embryonic period أي ما بين الأسبوع الثالث و الثامن من الحمل.

التمزقات Disruptions :

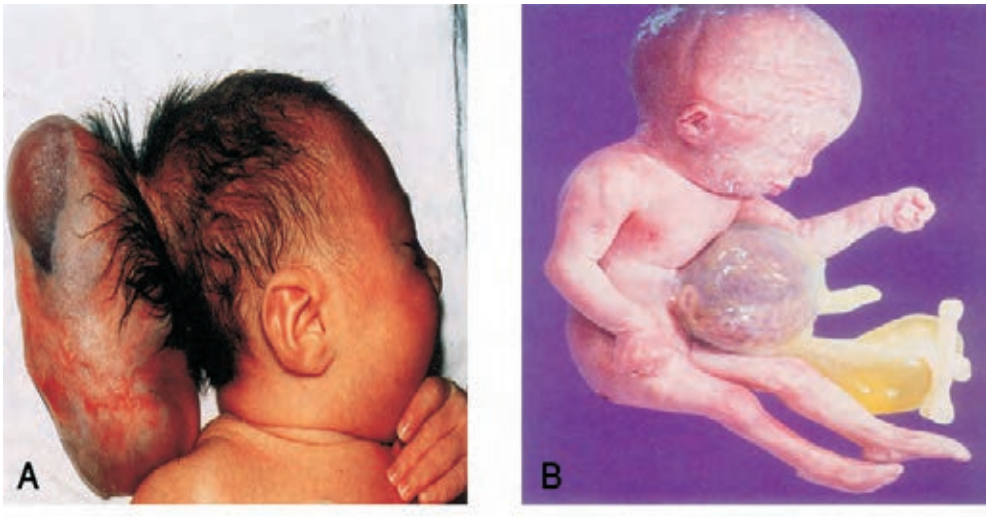
و هي العيوب الشكلية أو التبدلات المورفولوجية لتراكيب بنيوية تشكلت مسبقاً ، و هذه العيوب نجمت عن تدخل خارجي في عملية تطور طبيعية أصلاً، أي نجمت عن عمليات تخريبية. و العيوب الناجمة عن الأشرطة السلوية هي أمثلة على العوامل المخربة التي تسبب التمزقات.

تغيرات الشكل Deformations :

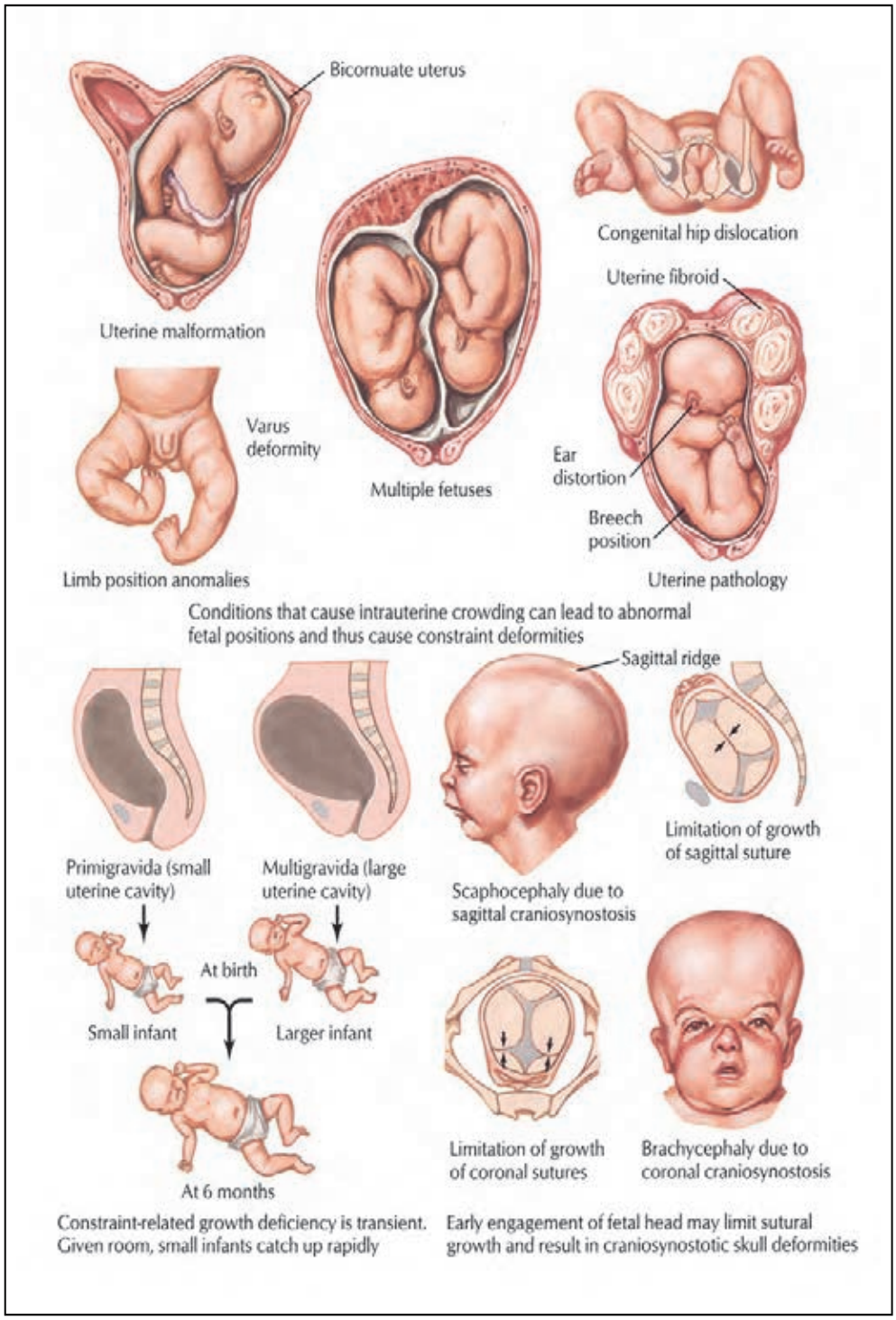
و هي التشوهات التي تحدث بسبب قوى ميكانيكية مؤدية إلى تغير في شكل جزء من الجنين خلال مدة طويلة، فمثلاً ينجم جنف القدم أو القدم القفداء الروحاء عن انضغاط في الجوف السلوي، و كثيراً ما تكتنف هذه التغيرات الجهاز العضلي الهيكلي ، و هي غالباً قابلة للإصلاح بعد الولادة.

متلازمة الشذوذ Syndrom :

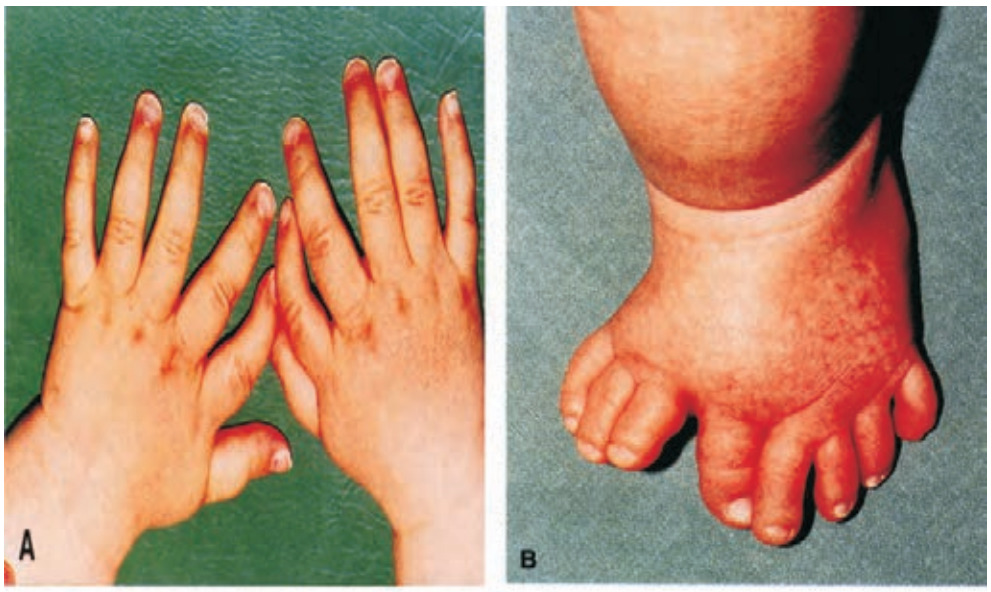
وهي مجموعة اضطرابات و شذوذات تحدث مع بعضها، و لها سبب عام واحد و نوعي. بينما يعبر التصاحب Association عن ظهور شذوذين أو أكثر غير عشوائيين يحدثان سوية بتواتر كبير أكثر من احتمال، ترافقهما مصادفة ولكن لم يتعين سبب محدد لوجودهما أو ترافقهما.



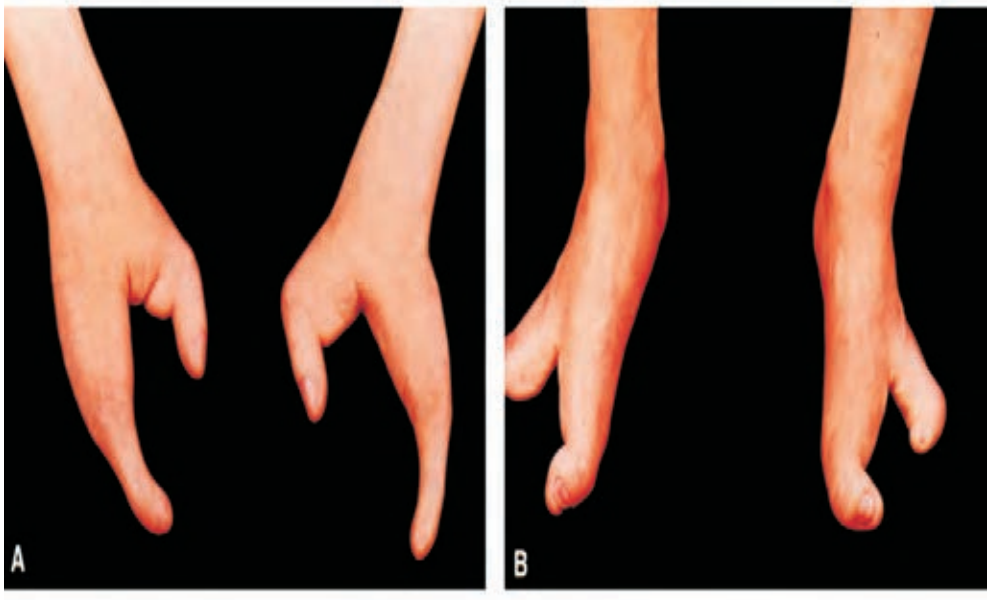
الشكل (10 - 3) عيوب ولادية . (A) قيلة دماغية، (B) قيلة سرية.



الشكل (10 -4) صورة توضح تغيرات الشكل **Deformations** .



الشكل (10 - 5) تشوهات في عدد الاصابع (الزمع).



الشكل (10 – 6): تشوهات بالأطراف والأصابع.

آلية عمل العوامل الماسخة (المشوّهة)

لقد أمكن معرفة العوامل التي تحدد مدى إمكانية عامل ما في إحداث عيوب ولادية ، و بالتالي وضع القواعد الأولية لمبحث المسخيات و التي تشمل ما يلي:

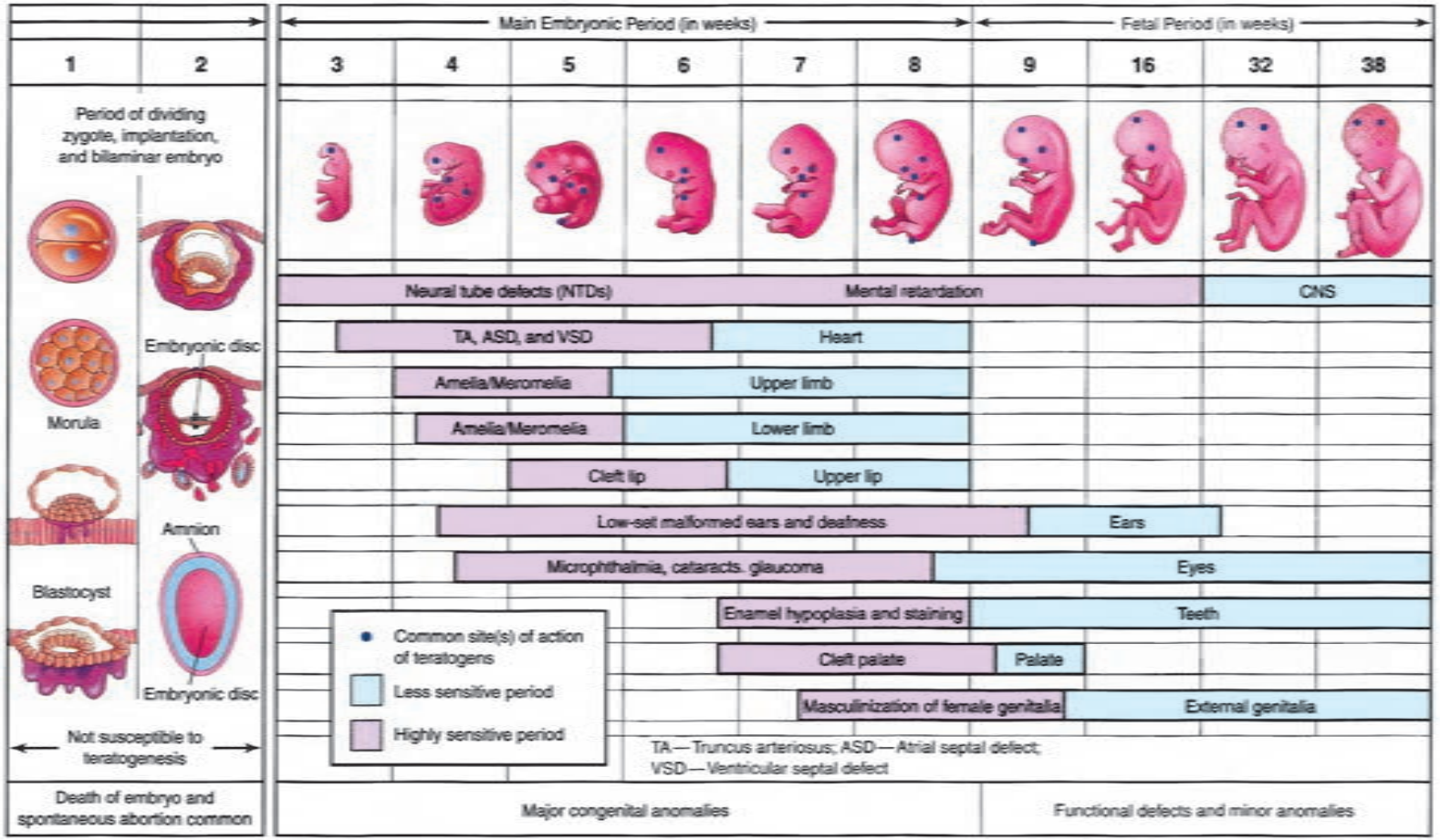
1) يعتمد الاستعداد لحدوث التشوهات الخلقية على النمط الجيني (Genotype) لمحصول الحمل و الأسلوب الذي تتأثر بها هذه التركيبة الجينية مع البيئة . ويعد الجينوم الأموي Maternal genome مهم أيضاً بالنظر إلى الاستقلاب الدوائي ومقاومة العدوى و العمليات الكيميائية الحيوية و الجزيئية الأخرى التي تصيب الحمل.

2) يختلف الاستعداد للتشوهات الخلقية بحسب مرحلة التطور الجنيني عند التعرض . وإن أشد الفترات حساسية في إحداث العيوب الولادية هي ما بين الاسبوع الثالث إلى الثامن من الحمل و هي الفترة المضغية Embryonic period أو مرحلة تشكل الأعضاء Organogenesis . مع أخذ العلم بأن بقية المراحل من التطور الجنيني لا تخلو من خطر حدوث التشوهات الخلقية أيضاً.

3) تعتمد مظاهر التطور الشاذ على جرعة التعرض للعامل الماسخ و مدته.

4) تعمل العوامل الماسخة (المشوهة) على الخلايا و النسج الآخذة في التطور و التمايز و النضج بصورة خاصة محدثة بدء التطور الشاذ المرضي.

5) تتمثل مظاهر التطور الشاذ بما يلي : الموت ، التشوهات الخلقية ، و تأخر النمو الجنيني داخل الرحم ، و الاضطرابات الوظيفية.



الشكل(10 – 7) مراحل التطور الجنيني وخطوات حدوث التشوهات الجنينية (العيوب الولادية)

العوامل البيئية Environmental factors

كان يعتقد بأن العيوب الخلقية تنجم أساساً عن عوامل وراثية حتى بواكير الأربعينيات (1940)، و مع اكتشاف غريغ Gregg بأن الحصبة الألمانية إذا أصابت الأم في المراحل المبكرة من الحمل فإنها تسبب شذوذات لدى الجنين، فلقد أصبح واضحاً و على نحو مفاجئ بأن التشوهات الخلقية لدى الإنسان قد تكون ناجمة عن عوامل بيئية.

ثم بينت ملاحظات لنز Lenz في عام (1961) حول علاقة عيوب الأطراف باستخدام عقار التاليدوميد Thalidomide إمكانية نفوذ الأدوية عبر المشيمة و إحداث العيوب الولادية. و منذ ذلك الوقت حددت الكثير من العوامل التي يمكنها أن تكون ماسخة (مشوهة) و نشأ علم المسخيات (التشوهات الخلقية) Teratology .

العوامل الخمجية Infectious agents

و تشمل هذه العوامل معظم الأمراض المعدية التي تسببها عدداً من المتعضيات و الحمّات الراشحة، وعلى رأسها حمّات الحصبة الألمانية، لكن تطور تقنيات كشف الأضداد بالمصل و تطور اللقاحات قد خفض بوضوح معدل حدوث العيوب الولادية الناجمة عن هذه الأمراض.

الحصبة الألمانية (الحميراء) Rubella :

لقد تبين أن إصابة الحامل بحمة الحصبة الألمانية (الحميراء) في بواكير الحمل يمكن أن تحدث تشوهات عديدة :

- تشوهات عينية (الساد ، الزرق ، و صغر العين، ...).
- تشوهات في الأذن الباطنة (صمم ناجم عن تخرب عضو كورتي).
- تشوهات قلبية (بقاء القناة الشريانية مفتوحة ، فتحة بين البطينين أو الأذينتين).
- كما يمكن أن تكون الإصابة مسؤولة عن بعض حالات تشوهات الدماغ و التخلف العقلي.
- كما تبين حديثاً أن حمة الحصبة الألمانية كانت مسؤولة عن بعض حالات نقص النمو داخل الرحم.

الحمة المضخمة للخلايا Cytomegalo virus :

تصيب هذه الحمة المرأة الحامل و تعبر المشيمة إلى الجنين مسببة تشوهات عديدة مثل :

- صغر الرأس Microcephaly .
- تكلسات الدماغ.
- العمى، التهاب شبكية و مشيمية العين.
- ضخامة الكبد و الطحال.
- وعند بعض الأطفال لوحظ وجود يرقان نووي و تقرنات جلدية.

لذلك تشكل الإصابة بالحمة المضخمة للخلايا تهديداً خطيراً، و غالباً لا تعاني الأم من أي أعراض عند الإصابة به، لكن تأثيره على الجنين يمكن أن يكون ضاراً. و غالباً ما تكون العدوى مميتة، فإن لم تكن كذلك، فالالتهاب السحائي الدماغي يسبب التخلف العقلي.

حمة الحلأ البسيط (العقبول) Herpes simplex :

يصاب الجنين به متأخراً في الحياة الرحمية، أو ينتقل إليه عن طريق الأم كمرض زهري. و تظهر الأعراض بالأسابيع الثلاثة الأولى من الحياة، و أهم التشوهات الملاحظة:

- صغر الرأس.
- صغر العين.
- عسرة تصنع شبكية العين.
- ضخامة الكبد و الطحال.
- تأخر عقلي.

حمة الحماق Varicelle :

يشكل خطر التشوه حوالي 20٪ من الحالات عندما تكون الإصابة إبان الثلث الأول من الحمل . وتتمثل بنقص تصنع الأطراف، و التخلف العقلي ، و الضمور العضلي.

حمة نقص المناعة المكتسب AIDS :

يمكن أن تعبر المشيمة إلى الجنين ، و لا تعدُّ من العوامل الماسخة الكبيرة ، لكنها مسؤولة عن بعض حالات صغر الرأس ، و التأخر العقلي ، و تشوهات الوجه.

الإفرنجي Syphilis :

كأن يظن أن الإصابة بالإفرنجي تمثل السبب الرئيس لمعظم التشوهات ، لكنه في الواقع قد تؤدي إلى بعض التشوهات مثل : الصمم الولادي ، و تأخر التطور الروحي الحركي ، كما تصاب أعضاء مثل الرئتين و الكبد بتليف منتشر.

الشكل (10 – 8): انعدام الدماغ (الجمجمة) Anencephely

الإصابات الحمّوية الأخرى و فرط الحرارة:

لقد وصفت تشوهات بعد الإصابة الأمّوية بالحصبة و النكاف و التهاب الكبد و شلل الأطفال و الانفلونزا و غيرها. و تشير الدراسات الاستباقية إلى أن التشوهات التي تتلو التعرض لهذه العوامل تكون منخفضة جداً إن لم تكن غير موجودة.

و الملفت للنظر أن عامل الترفع الحروري الناتج عن الإصابة بمثل هذه الأمراض هو العامل الحاسم في إحداث التشوه. ففي عدد من حالات انعدام الدماغ Anencephaly ، تبين تعرض الجنين لفرط الحرارة في فترة انغلاق الميزابة العصبية ، و إن بعض التشوهات لم تكن ناجمة عن إصابة مرضية بل عن استعمال الأحواض الساخنة و حمامات الساونا فقط.

و تشمل العيوب التي تنجم عن التعرض لفرط الحرارة ، انعدام الدماغ و السنسنة المشقوقة (الشوك المشقوق) Spina bifida ، و التأخر العقلي ، و صغر العينين ، و الشذوذات الوجهية.

داء المقوسات Toxoplasmosis :

تبين أن إصابة الحامل بالمقوسات الغندية يمكن أن تؤدي إلى تشوهات خلقية مثل:

- تكلسات الدماغ.
- موه الرأس (استسقاء الرأس) Hydrocephaly .
- تأخر عقلي.
- التهاب شبكية و مشيمة العين.
- صغر العين أو غير ذلك من الإصابات العينية.

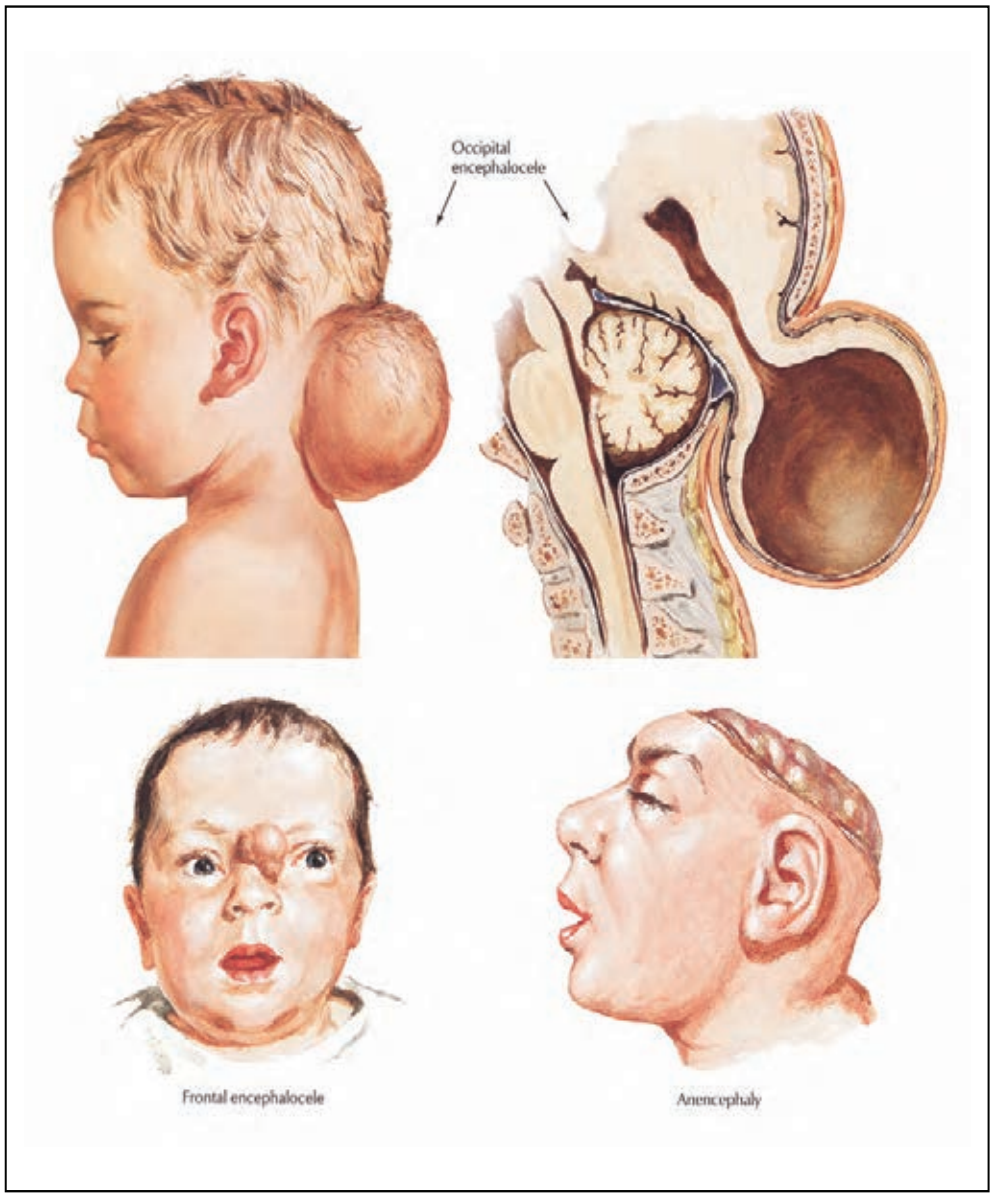
ينتقل طفيلي داء المقوسات عن طريق اللحوم غير المطهية جيداً، و عن طريق الحيوانات الأهلية، و لا سيما القطط، و إن الشكل الوصفي لداء المقوسات المميت هو التكلس الدماغي.

تأثير الأشعة (التشعيع) Radiation

التشعيع المتأين Ionizing radiation يقتل بسرعة الخلايا التكاثرية، ولذا يعد عاملاً ماسخاً قوياً ، و يسبب في الحقيقة أي نمط من العيوب الولادية بحسب الجرعة و مرحلة التطور الجنيني في زمن التعرض للأشعة.

يعد التشعع الناجم عن الانفجار النووي مولداً للتشوهات الخلقية. حيث أنه من بين النسوة الحوامل اللواتي تعرضن لإشعاع انفجار القنبلة الذرية فوق مدينتي هيروشيما و ناغازاكي أجهضت 28٪ منهن ، وولدت 25٪ منهن أطفالاً توفوا خلال عام واحد من ولادتهم ، كما ولدت 25٪ منهن ولداناً بعيوب ولادية شديدة تشمل الجهاز العصبي المركزي.

يعد الإشعاع عاملاً مولداً للطفرات Mutations ، و يمكن أن يؤدي إلى تبدلات وراثية في الخلايا (المنشئة) المنشئة الابتدائية Primordial germ cell و ما يتلوها من شذوذات لاحقة.



الشكل (10 – 9): بعض التشوهات الخلقية العصبية.