الباب السابع

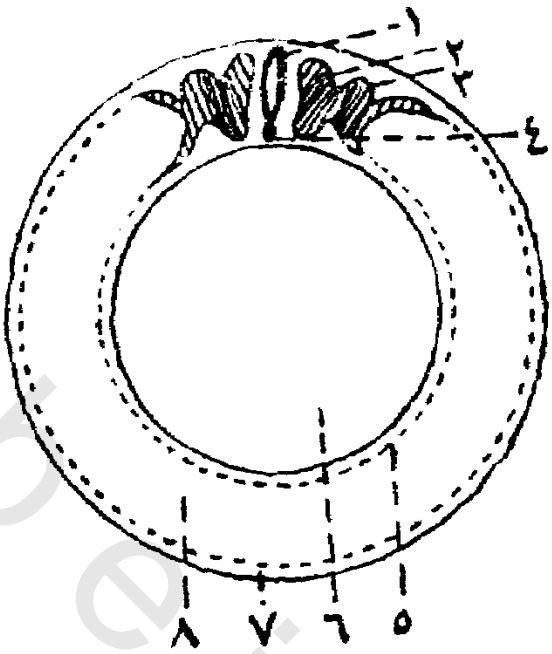
الانشقاق وتكوين الطبقات الجرثومية

تبدأ الخلية المخصبة توا فى الإنشقاق (الانقسام) مدللة بذلك على ظاهرات التكوين ومكونة عدداً من الخلايا الصغيرة المعروفة بالكتل الجرثومية ، ويستمر هذا الانقسام الميتوسى منتظم التتابع ميالا فى الحالات الأنموذجية إلى تتابع مضاعف أى ٢ ، ٤ ، ٨ ، ١٦ ، ٣٢ الخ ، ولكنه يضطرب فى الواقع إن آجلا أو عاجلا ويصبح غير منتظم ، وبما أن الانقسام يحصل بسرعة فائقة لذا لا يتسع الوقت للنمو العادى الذى يتبعه ومن ثم يصغر حجم الكتل الجرثومية وتختزل إلى النصف بعد كل انقسام أبان العملية والأخير ميتوسى النوع دائماً ، ولذا تحوى كل خلية وليدة جميع التشكيلات الكروموسومية [1] وقد تسمى هذه الكتل الجرثومية المتلاصقة الناتجة عن الانشقاق بالكتلة التوتية ، ثم تصبح هذه جوفاء مكونة جداراً خلويا يحيط بتجويف مركزى ويعرف هذا الطور بالتكور الجرثومى ثم يطرأ على الجنين تقدم هام فيصبح ذا طبقتين ويعرف عندئذ بالتكور المعوى . أما الطبقتان فهما الجرثومية الخارجة والجرثومية الداخلة ، ويلى ذلك مباشرة بل ربما تداخل معه ظهور الجرثومية الوسطى التى تحتل مكانها بين الطبقتين المذكورتين آنفا ، وتزداد هذه الخطوة الأخيرة تعقيداً لدرجة ما بتكوين المحور الأولى (الحبل الظهرى) المبكر والقناة الهضمية والقناة العصبية وتظهر جميعها فى وقت واحد ، وهكذا يستقر نظام البدن الاساسى العام فى وقت مبكر . (شكل ٢٧)

يقع الانشقاق على عاتق البروتوبلازم ولا يساهم المح بعمل ما اللهم إلا إعاقة الميتوس ، ولذا صار القدر النسبى للمح وطريقة توزيعه فى البويضة

---

(1) Chromosomes.



(شكل ٢٧)
النظام الأساسى لجسم الفقريات
(١) القناة العصبية .
(٢) الكتلة البدنية .
(٣) الكتلة الكلوية .
(٤) الحبل الظهرى .
(٥) الجدار المعوى .
(٦) المعى .
(٧) الجدار البدنى .
(٨) تجويف السيلوم .

عاملا بعيد الأثر فى هذه العملية التى تشمل الانشقاق والتكورين الجرثومى والمعوى ، وربما كان الأثر أبعد ما يكون فى عملية الانشقاق نفسها فقسمت هذه إلى أنواع عدة تمشياً مع كمية المح وتوزيعه وهاك الأنواع :

(ا) انقسام كلى : حيث تنقسم البويضة جمعاء "هولو بلاستك" .

١ – كلى متساو : كما فى الأمفيوكس والثدييات .

٢ – كلى غير متساو : كما فى متطرفة المح المعتدلة[1] حيث يعوق المح المتجمع عند القطب النباتى عملية الميتوس فتتكون فى هذه المنطقة كتل جرثومية قليلة العدد ، ولكنها كبيرة الحجم كما نشاهد فى الأسماك الدنيا والبرمائية .

(ب) انقسام جزئى : حيث ينقسم البروتوبلازم فقط "ميروبلاستك" .

١ – جزئى قرصى : كما فى متطرفة المح حيث يقتصر الميتوس على القطب الحيوانى ويشاهد ذلك فى الطيور والزواحف والأسماك الراقية .

(١) Moderately telolecithal.

٢ – جزئى سطحى : حيث يقتصر الميتوس على غطاء دائرى من السيتوپلازم وهذا خاص بذات الأرجل المفصلية .

نستطيع إذا ما حللنا علاقات الكتل الجرثومية الهندسية إبان الانشقاق أن نصل إلى قواعد عامة ، ولكنها ليست دائما ثابتة إذ تضطرب بفعل عوامل أخرى أما هذه القواعد فهى :

١ – يحتل مغزل الميتوس مركز كثافة البروتوپلازم ولذا نرى أن الخلايا الوليدة متساوية الحجم إلا إذا كان المح غير منتظم التوزيع فى الخلية الأولى .

٢ – يستقر محور المغزل فى أطول محور للكتلة البروتوپلازمية ، ولذا تتقاطع مستويات الانقسام مع هذا المحور ثم تميل الخلايا الوليدة إلى اكتساب الشكل الكروى .

٣ – يتعامد المستويان المتتابعان فى عملية الانشقاق .

٤ – تتناسب سرعة الانشقاق تناسباً عكسياً مع قدر المح الموجود .

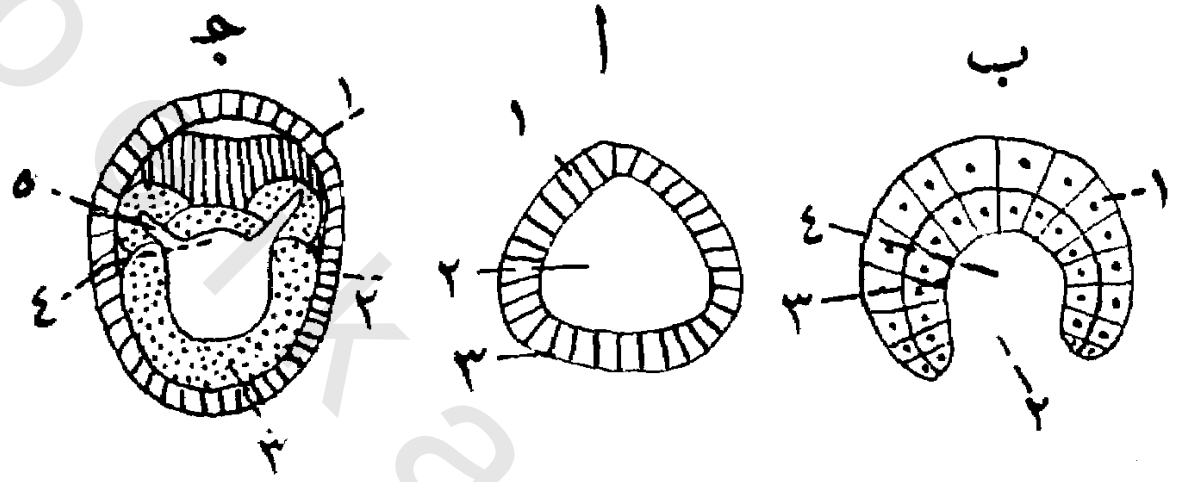
سنتبع بعد ذلك الانشقاق وتكوين الطبقات الجرثومية فى عينات تمثل مختلف الأنواع المذكورة سالفاً . وهكذا نستطيع أن نقدر أثر المح فى تكييف النظام التكوينى الأساسى ، ولكن الموضوع معقد لدرجة يظهر معها كل حوار مختصر قاصراً عن بلوغ الغاية .

(١) الأمفيوكس (شكل ٢٨)

يمكن إدراك أطوار التكوين المبكرة بسهولة فى الأمفيوكس المنظور إليه بوجه عام "كفقرى سلفى" وتكاد تكون البويضة مجهرية الحجم تحوى قليلا من المح المركز نوعا ما صوب القطب النباتى ، ومع ذلك فتعتبر

هذه البويضة منتظمة المح [1] وتستمر فى تكوينها بطريقة بسيطة بفضل تحررها من قدر عظيم منه .

الانشقاق : تنقسم بويضة الأمفيوكس بعد ساعة من تلقيحها إلى كتلتين جرثوميتين متساويتين ويحدث هذا الانقسام فى مستوى رأسى ثم تنقسم الخليتان الوليدتان إبان الساعة التالية إلى قسمين فى مستوى رأسى أيضاً ، ولكنه



(شكل ٢٨)

أطوار الأمفيوكس المبكرة

(ا) تكور جرثومى .
١ – خلايا حيوانية .
٢ – تجويف التكور الجرثومى .
٣ – خلايا نباتية .
(ب) تكور معوى .
١ – الجرثومة الخارجية .
٢ – الثقب الجرثومى .
٣ – الجرثومية الداخلة .
٤ – المعى الأولى .
(جـ) منشأ الجرثومية الوسطى .
١ – الميزاب العصبى واللوح العصبى .
٢ – الجرثومية الخارجية .
٣ – الجرثومية الداخلية .
٤ – الحبل الظهرى .
٥ – الجيب السيلومى .

عمودى على المستوى السابق فتنتج من ذلك خلايا أربع ، ويلى ذلك انقسام آخر بعد ١٥ دقيقة مستواه أفقى ويستقر مغزل ميتوس هذا الإنقسام قريباً من القطب الحيوانى لوفرة المح صوب القطب النباتى ولذا نرى أن الخلايا الأربع العليا أصغر نوعاً من مثيلاتها السفلى فى الطور ذى الثمانى خلايا

---

(1) Isolecithal.

وتتعاقب الانشقاقات فى مستوى رأسى يتلوه آخر أفقى منتجة ١٦ خلية ثم ٣٢ خلية ويسمى الطور الأخير أحيانا بالتوتى ، ومن البديهى أن خلايا الصفين العلويين أصغر حجماً من السفليين . ثم يظهر التجويف الجرثومى " تجويف الانشقاق " بين الخلايا التى تحيط به فيما بعد ، ثم تتوالى الانشقاقات كل ١٥ دقيقة ويصبح الانقسام أقل انتظاما كما يصغر حجم الخلايا ويعظم التجويف المركزى ، وهكذا نرى الجنين مكونا من ١٢٨ خلية أو ٢٥٦ ويعرف إذ ذاك بالتكور الجرثومى الأنموذجى ويكاد يكون كروى الشكل ، ويتم كل ذلك بعد أربع ساعات من تلقيح البويضة ومن هذا نرى أن انشقاق الأمفيوكس كلى ويكاد يكون متساويا .

التكور المعوى : تكون الخلايا فى الطور السابق طبقة واحدة تحيط بالتجويف الجرثومى ثم تبدأ الكبرى منها [١] بدون توقف فى نشاطها فى الانغماد للداخل مكونة كأساً مزدوج الجدران ، وسرعان ما يفنى التجويف الجرثومى إذ تتلاصق الخلايا المنغمدة مع خلايا الطبقة الخارجة التى لم تنغمد ويستقر بذلك تجويف مركزى جديد هو المعى الأولية له فوهة فى مكان الانغماد الأول تعرف بالثقب الجرثومى وتسمى الطبقة السطحية بالجرثومية الخارجة والغائرة بالجرثومية الداخلة ويطلق على الجنين حينئذ التكور المعوى وسرعان ما يستطيل الجنين ويصبح أنبوبى الشكل بفضل تكاثر خلايا حافة الثقب الجرثومى حيث تلتقى الطبقتان الداخلة والخارجة .

الجرثومية الوسطى : تنشأ سلسلة من الجيوب المزدوجة على جانبى الخط الأوسط من الجزء الخلفى للجرثومة الداخلة [٢] وتعرف هذه بالجيوب السيلومية ثم تنفصل هذه الكتل من اللوح الأوسط الخلفى [٣] من جهتها الأنسية ومن الجرثومية الداخلة من حدها الوحشى ثم تتلاقى أطراف الأخيرة

---

(١) المستقرة فى القطب النباتى .

(٢) سقف المعى الأولية .

(٣) الحبل الظهرى المستقبل .

مكونة القناة المعوية الدائمة التى تنفصل منها الأكياس السيلومية ، ثم تتصل هذه مع بعضها على كل جانب كما تنمو نحو الخط الاوسط البطنى فتتلاقى أسفل المعى مع زميلاتها عبر هذا الخط وتستديم تجاويفها مع بعضها مكونة تجويف البدن (السيلوم) ، ويحد هذا التجويف طبقتان من الجرثومية الوسطى سطحية وغائرة وتتعاون السطحية مع الجرثومية الخارجة لتكون جدار البدن، بينما تكون الغائرة مع الجرثومية الداخلة جدار المعى .

ينفصل فى نفس الوقت لوح خلفى أوسط من الجرثومية الخارجة ثم ينثنى ليكون قناة عصبية جوفاء مستقرة تحت الطبقة الخارجة التى اشتقت منها كما ينفصل اللوح الأوسط الخلفى المكون لجزء من السقف الأولى للمعى الأولية [1] مكونا اسطوانة صميمة هى الحبل الأصلى الظهرى الذى يمتد على طول الجنين من مقدمه إلى مؤخره ، وهكذا يستقر النظام الفقرى الأساسى بمثل هذه الطريقة البسيطة [2] .

(ب) الأسماك الدنيا والبرمائية (شكل ٢٩)

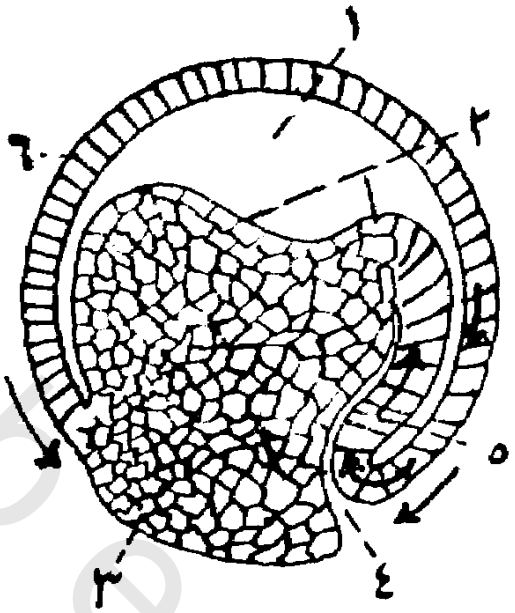
ينطبق الوصف التالى على البرمائية بصفة خاصة وعلى بعض الأسماك بصفة عامة وكذلك انشقاق ذات الجيب من الثدييات .

الانشقاق : يبلغ قطر البويضات المتطرفة المح المعتدلة من هذه الفقريات عدة ملليمترات عادة ، وتحتل النواة وجل السيتوبلازم مكانها بالقرب من القطب الحيوانى بفضل قدر المح الكافى ؛ ويظهر مغزل الانقسامين الاول والثانى أعلا مركز السيتوبلازم كما يستدل على الانقسام بميازيب خارجية مستقرة على سطح البويضة ، ويقع مستويا الانشقاق الأولان فى اتجاه رأسى ولكنهما متعامدان على بعضهما ، ولذا فالخلايا الأربع الناتجة متساوية ويقع مغزل الانشقاق الثالث بالقرب من القطب الحيوانى

---

(١) المعروف باللوح الحبلى الظهرى .

(٢) أنظر شكل ٢٧



(شكل ٢٩)
تكوين معوى مبكر فى الضفدعة
(عن كير)
(١) الكيس الجرثومى .
(٢) الجرثومية الداخلة .
(٣) المح .
(٤) الثقب الجرثومى .
(٥) المعى الأولى .
(٦) الجرثومية الخارجة .

أيضا ، ولكن مستوى هذا الانقسام أفقى ولذا فحجم الخلايا الأربع العليا أصغر حقاً من حجم الأربع السفلى وتنقسم الخلايا الكبرى المحملة بالمح ببطء فيما بعد إذا هى قورنت بالخلايا الصغرى المحملة بالبروتوبلازم فقط ، ويظهر إبان ذلك تجويف مركزى "التجويف الجرثومى" وهو أصغر نسبياً منه فى الأمفيوكس عند طور التكور الجرثومى الانموذجى ، ويلاحظ أن خلايا القطب الحيوانى صغيرة . وهكذا نرى أن الانشقاق كلى غير متساو .

تكوين التكور المعوى : يعوق المح الكثير الكسول الانغماد البسيط ولذا يتناول التهذيب عملية التكور المعوى المشاهد فى الأمفيوكس .

يحدث انغماد جزئى فى منطقة ميزاب مستعرض قصير مستقر على جانب التكور الجرثومى أسفل خط استوائه بقليل ، وهكذا يبدأ تكوين المعى الأول بعملية انغماد ولكنها لا تستمر إلا قليلا بل يكبر المعى بطريق آخر هو نمو ثنية تكون الشفة الخلفية وهذه هلالية الشكل مستقرة حول الثقب الجرثومى وتطوى الخلايا الناتجة من هذه الثنية للداخل كما يعظم تجويف المعى الأولى بتحرك هذه الشفة كلها نحو القطب النباتى ، ويؤدى ذلك نهائياً إلى التكور المعوى المزدوج الجدران وهو مغطى بالجرثومية الخارجة ومبطن بالداخلة . ويعتبر هذا أنموذجياً فى نظامه إذا صرفنا النظر عما أصابه من تشويه فى منطقة الخلايا الكبيرة المحملة بالمح .

تكوين الجرثومية الوسطى : تتكون هذه كلوحات صميمة مزدوجة [1] ملتصقة لوقت ما بسقف المعى الأولى [2] وبالخلايا التى تمثل الحبل الأصلى الظهرى فى الخط الأوسط وتماثل علاقات هذه اللوحات الأساسية بالجرثومية الداخلة والحبل الظهرى علاقات جيوب الأمفيوكس السيلومية بنفس هذه الأنسجة . وقد يزداد هذا التماثل قدراً لوجود آثار التجويف فى هذه اللوحات عند منطقة اشتقاقها بالقرب من الثقب الجرثومى ثم ينقسم كل لوح إلى ورقتين بدنية وحشوية يحدان بينهما تجويف السيلوم كما تلتقى الداخلة فى نفس الوقت عبر الخط الأوسط مع زميلتها لتكمل الفجوة التى سببها انفصال الحبل الظهرى فى سقف المعى ثم يستدير هذا الحبل مكونا عصاة خلوية طليقة .

تتكون القناة العصبية من الميزاب العصبى كما ذكرنا من قبل ، وهكذا يتم إقرار النظام الأساسى للفقرى الانموذجى .

(ح) الأسماك العليا والزواحف والطيور

يشمل هذا القسم فوق ما ذكر هنا الأسماك الغضروفية والثدييات البيوضة وبويضاتها جميعاً كبيرة الحجم مليئة بكميات وفيرة من المح فهى تنتمى إلى متطرفة المح العظيمة حيث يستقر قدر قليل جداً من السيتوپلازم عند القطب الحيوانى مكوناً قلنسوة تحوى النواة ولا يساهم المح فى عملية الانقسام هنا ولا يدخل فى تكوين الجنين ذاته ، ولذا فالانشقاق جزئى قرصى .

الانشقاق : يقع الانقسامان الأولان فى مستو رأسى وهما متعامدان وتتخذ الميازيب بعد ذلك اتجاهاً قطرياً واتجاهاً مماساً ، وهكذا يكون السيتوپلازم الأصلى كتلة خلوية ذات رقع ثم تلى ذلك انقسامات أفقية

(١) نظراً لضغط المح الكسول .

(٢) المكون بالجرثومية الداخلة .

تكون طبقات من الخلايا فترى قلنسوة قرصية الشكل مستقرة على سطح المح يفصلها منه تجويف يقابل تجويف الأمفيوكس الجرثومى وكذا تجويف الضفدعة الجرثومى ، ويمثل هذا الطور التكور الجرثومى وتعرف القلنسوة بالبشرة الجرثومية ونستطيع القول بأن المح المكون لأرضية التجويف الجرثومى هنا يقابل خلايا القطب النباتى المحملة بالمح فى تكور الضفدعة الجرثومى ، غير أن كتلة المح لا تنقسم أبداً فى الحالة الاولى بل تستعمل تدريجياً فى تغذية الجنين المتكون من خلايا البشرة الجرثومية فقط ، وتظهر خلايا جديدة من محيط هذه البشرة الدائرى وتحيط فى نهاية أمرها بكتلة المح إحاطة تامة ، ولكن هذا الانتشار الدائرى المحيط بالمح لا يساهم مباشرة فى تكوين الجنين نفسه .

التكوير المعوى وتكوين الجرثومية الوسطى : يحول عظم قدر المح دون تماثل التكوير المعوى فى هذه الأنواع مع ما نراه فى الأمفيوكس والضفادع وتتم هذه العملية عن تهذيبات بينة تتناول البشرة الجرثومية فقط ، ولكننا نشاهد بعض الانغماد فى الأسماك الغضروفية والزواحف بينما لا يكاد يحدث ذلك فى الأسماك العظمية والطيور ، ويؤدى التهذيب الذى أصاب التكور المعوى فى الزواحف والطيور والثدييات إلى ظهور نسيج هو الخط الأولى الذى يصبح ذا أهمية كبرى فى تكوين الجرثومية الوسطى والحبل الظهرى .

الزواحف : يظهر انخساف شبيه بالحفرة فى مؤخرة بشرة الزواحف الجرثومية ثم تتكاثر خلايا منطقة الانغماد هذه [1] مكونة طبقة تنتشر تحت الجرثومية الخارجة وتعرف بالجرثومية الداخلة كما تعرف منطقة الحفيرة السالفة الذكر (حيث تستديم الجرثوميتان الداخلة والخارجة) بالثقب الجرثومى ، ثم يزداد هذا الانخساف انغماداً محدثاً جيباً ينتشر للمقدمة بين الداخلة والخارجة ؛ ويختلف مداه فى الزواحف المختلفة فهو عريض

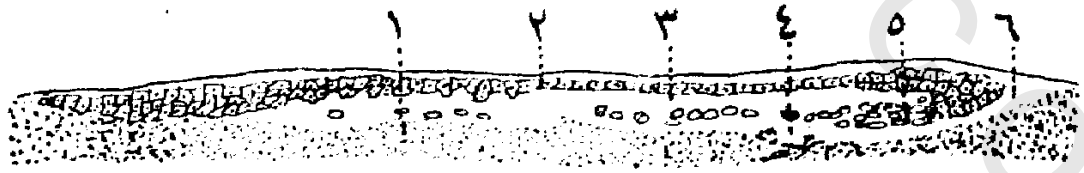
(١) الانغماد قليل الغور .

حقاً فى البعض ومستطيل ضيق فى البعض (كالثعبان) ، وتنشأ الجرثومية الوسطى كألواح جانبية من منطقة الثقب الجرثومى ومن جدران الجيب المذكور آنفاً وتنتشر كأجنحة بين الجرثوميتين الداخلة والخارجة ، وتنقسم هذه الألواح فيما بعد إلى طبقتين سطحية وغائرة يحدان بينهما السيلوم كما نرى فى البرمائية تماماً .

سرعان ما تلتحم أرضية الجيب المنغمد مع الجرثومية الداخلة المستقرة أسفلها ثم تستدق هاتان الطبقتان الملتحمتان فى هذه المنطقة فتتمزقان وتختفيان ، وهكذا يستديم تجويف الجيب مع تجويف المعى الأولى القابع أسفل الجرثومية الداخلة إلى أن تلتئم الداخلة عبر الخط الأوسط ثانية ، وتبقى خلايا سقف هذا الجيب مكونة اللوح الظهرى الذى يمدنا فيما بعد بالحبل الظهرى .

تظهر الثنايا العصبية قبل انسداد الثقب الجرثومى فى أرضيتها ، ويعرف هذا الاتصال الوقتى بين القناة العصبية والمعى الأولى بالقناة العصبية المعوية وهى موجودة فى كل الفقريات .

الطيور : يستعاض عن الانغماد الملحوظ فى الزواحف باستدارة حافة البشرة الجرثومية المؤخرة لأسفل حيث تتكاثر خلاياها وتنتشر مكونة الجرثومية الداخلة وتحدد منطقة الاستدارة هذه الثقب الجرثومى مكونة شفة



(شكل ٣٠)

التكوين المعوى فى الحمامة عن باترسن (× ٥٠)

(١) المح .
(٢) الجرثومية الخارجية .
(٣) التجويف الجرثومى .
(٤) المعى الأولى .
(٥) الجرثومية الداخلية .
(٦) الثقب الجرثومى .

حوله وتكون الفجوة بين الجرثومية الداخلة والمح المعى الأولى ، ولكن يرى بعض العلماء أن الجرثومية الداخلة تنشأ بانشقاق مستعرض من البشرة الجرثومية [1].

يحسن بنا أن نشير إلى تكوين الخط الأولى وماهيته قبل أن نصف أصل الجرثومية الوسطى والحبل الظهرى ، ويستمد هذا الوصف مما شوهد فى الطيور .

يظهر الخط الأولى بعد تكوين الجرثومية الداخلة بقليل وذلك فى مؤخرة البشرة الجرثومية متخذاً شكل شريط أوسط عاتم وهو فى الواقع سماكة طولية فى الجرثومية الخارجية [2] وسرعان مايظهر على سطحه الخارجى ميزاب قليل الغور هو الميزاب الأولى بينما تنتهى مقدمته بالعقدة الأولية (هنسن) [3] وهو ذو قيمة كبرى إذا ما أولت ماهيته فى ظل نظرية النمو المشترك [4] وهذة نظرية هامة فى تكوين الفقريات . ولقد علمنا كيف تستدير الجرثومية الخارجة لأسفل عند حافة البشرة الجرثومية المؤخرة لتكون الجرثومية الداخلة ، والمعتقد أن هناك نقطة وسطى على هذه الحافة تظل ثابتة نسبياً إبان تجدد البشرة وانتشار حوافيها السريعة النمو فى اتجاه مؤخرى على الجانبين لتتلاقى فى الخط الأوسط ، ولما كانت الشفة تحد الثقب الجرثومى المبكر فمن المحتم اعتبار الشق المستطيل ثقباً جرثومياً مستطيلا تغير اتجاهه فقط ومالت شفاه هذا الشق للالتحام مبكراً لتمدنا بخط أولى صميم وتؤيد تعاليم علم الأجنة المقارن وجهة النظر هذه لأن القناة العصبية المعوية تستقر عند مقدمة هذا الخط الأولى كما يستقر الشرج عند مؤخرته وتلتحم الطبقتان الجرثوميتان فى مادته ، والمعروف أن هذه العلاقات كلها ممثلة فى الثقب الجرثومى للحيوانات الدنيئة .

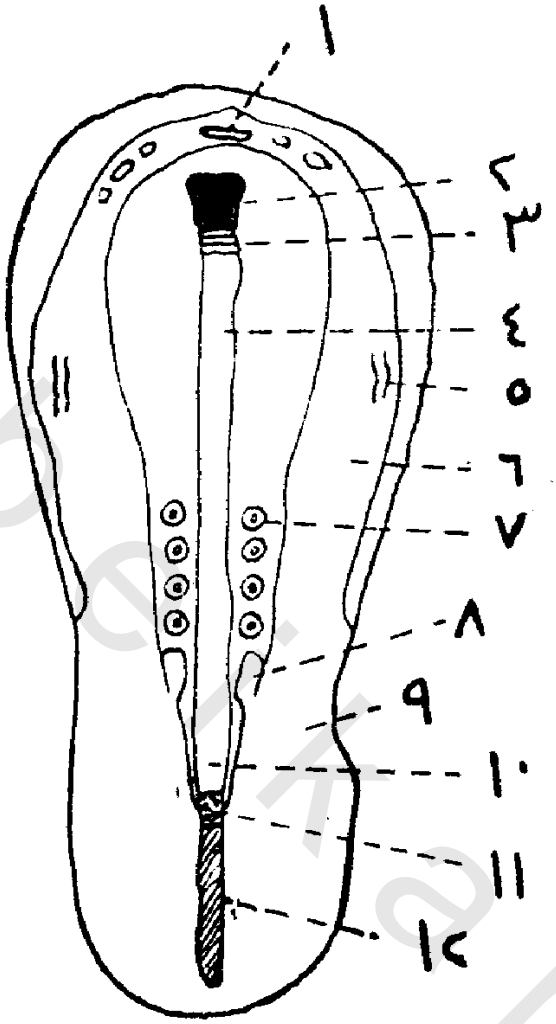
---

(١) شكل ٣٠

(٢) يراجع الباب الحادى عشر .

(٣) أنظر شكل ٣١

(٤) Concrescence.



(شكل ٣١)

مشهد خلفى أبتى من قطاعات مستعرضة لجنين أرنب عمره ٨ أيام و $\frac{3}{4}$ ١٧ ساعة وبه ٤ كتل بدنية × ٣١

(١) السيلوم .
(٢) الصفيحة الظهرية المقدمة .
(٣) المنطقة الوسطى «ربما النتوء الرأسى».
(٤) الصفيحة الظهرية .
(٥) الاندوثيليم المبطن للقلب .
(٦) السيلوم .
(٧) كتلة بدنية .
(٨) الوسطى جارالمحور «الموازية للمحور».
(٩) الوسطى من الخط الأولى .
(١٠) الصفيحة الظهرية .
(١١) العقدة الأولية .
(١٢) الخط الأولى .

تتكاثر الخلايا من الجرثومية الخارجة السميكة التى تكون الخط الأولى ثم تنمو من هذا ألواح على الجانبين ونحو المؤخرة وتكون هذه الألواح الجرثومية الوسطى المستقرة بين الداخلة والخارجة وسرعان ماتنشق هذه إلى وريقتين معوية وبدنية [١] .

ينمو النتوء الرأسى نحو المقدمة من العقدة الأولية وسرعان مايلتحم بالجرثومية الداخلة ، ويقابل هذا النتوء الانغماد السابق ذكره فى الزواحف إذ أن الخط الأولى يمثل ثقباً جرثومياً تناوله التهذيب . أما التحام النتوء الرأسى بالجرثومية الداخلة وعلاقة الجرثومية الوسطى به وتكوينه للحبل الظهرى واحتوائه على آثار تجويف أحيانا يستديم مع الحفرة الأولية [٢] فيذكرنا جميعه

(١) أنظر (طور فى التكوين الجنينى لصغير الدجاجة) الباب الحادى عشر .

(٢) القناة الحبلية الظهرية .

بما نراه فى الزواحف من انغماد أما الميزاب الأولى فدليل فى نظر البعض على قلة خلايا الخط الأولى إبان تكاثر الجرثومية الوسطى .

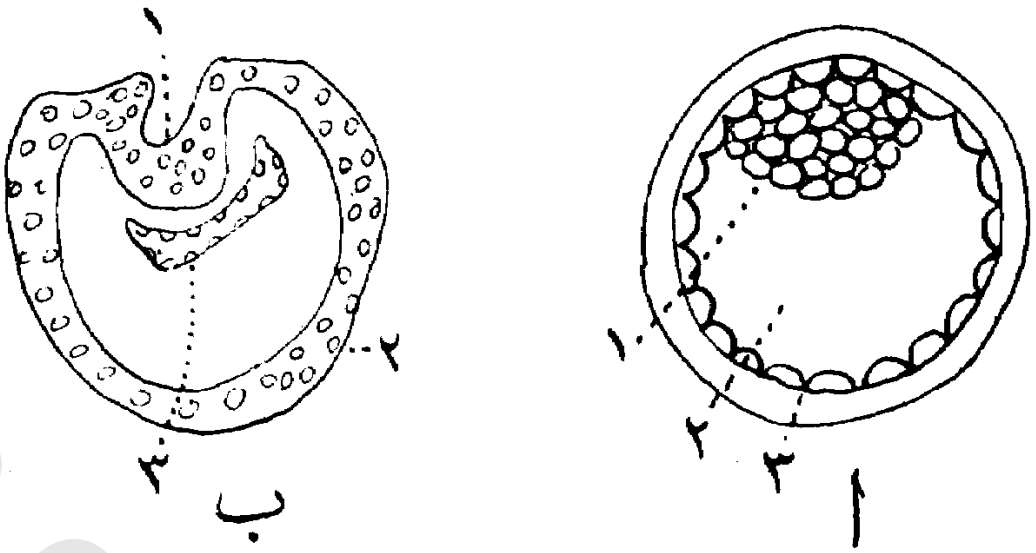
(د) الثدييات

إن بويضة كل الثدييات العليا بما فيها الإنسان منتظمة المح ، وتكاد تكون مجهرية الحجم ولا يتشابه تكوينها مع ما نراه فى الأمفيوكس كما يتبادر للذهن بل ظهر على العكس أن الأطوار المبكرة مخصصة ومعقدة ، ويجب لتعليل الحوادث تعليلا معقولا أن نفرض أن الثدييات الحقة قد انحدرت من حيوانات حوت بويضاتها يوماً ما قدراً كبيراً من المح وان أثر هذا ما زال فعالا رغم ضياعه ، ويسهل اعتناق هذا الرأى إذ مازالت بويضات وحيدة المخرج غنية بالمح للآن ، كما أن هناك عاملا تهذيبيا آخر تم عنه الملاءمات الحديثة التى يعد الجنين بها نفسه للحصول على غذائه من الرحم .

الانشقاق : تحدث تجزئة بويضة الثدييات بسرعة انقسام جديد واحد كل يوم . ولقد درست هذه العملية فى أنواع مختلفة كالفأر والغنم والخنزير والأرنب ، ويعتبر الأخير أنموذجاً زاد من أهميته أن درس الإنشقاق فيه بطريقة الاستنبات وهذا كلى متساو تقريباً إذ تتكون مجموعة من الكتل الجرثومية المتساوية تقريباً داخل غشاء البويضة اليابس ويقابل هذا الطور التوتى فى الأمفيوكس ، ثم ترتب الخلايا بحيث تتكون محفظة خلوية تحيط بكتلة خلوية غائرة وسرعان ماتظهر فجوة بين هذه وبين المحفظة الخلوية مليئة بسائل ثم تعظم هذه الفجوة إلى أن تصبح الكتلة الخلوية الغائرة متصلة بالمحفظة الخارجة (جرثومة التغذية) عند منطقة واحدة وتقابل الكتلة الغائرة البشرة الجرثومية فهى التى تكون الجنين ، بينما تتعاون جرثومة التغذية مع الرحم تعاوناً فعالا فتمتص الغذاء وتحمله للجنين ، ويعتبر هذا الطور فى الثدييات تكوراً مخصصاً ويعرف بالكيس الجرثومى أو الحويصلة البشرية الجرثومية [1] .

---

[1] شكل ٣٢ (ا) .



(شكل ٣٢)

(ا) الكيس الجرثومى فى جنين الأرنب عن ڤان بنيدن × ١٠٠

(١) الكتلة الخلوية الداخلة .
(٢) تجويف الكيس الجرثومى .
(٣) جرثومة التغذية .

(ب) التكوير المعوى فى تارسيس (طويل رسغ القدم) .

(١) الجرثومية الخارجة الجنينية .
(٢) جرثومية التغذية .
(٣) الحويصلة الداخلة والجرثومية (الصفارية)

يتخذ هذا الكيس شكلا كروياً عادة وقد يكون بيضياً كما فى الأرنب ويظن أنه كذلك فى الإنسان ثم ينمو سريعاً كما يتجمع السائل داخله فيصل إلى ٥ر٤ ملليمتر طولا فى الأرنب وذلك قبل انغراسه فى الرحم . أما فى ذات الحافر فيصل طوله المتر فى الخنزير إبان الأيام القليلة التى تتكون فيها الجرثومة الوسطى . أما فى الإنسان فهو صغير نسبياً إذ لا يزيد عن حجم البويضة الأصلية إلا قليلا وذلك عند انغراسه فى الرحم .

يشاكل كيس الثدييات الجرثومى تكور الطيور الجرثومى ولا يشاكل الأمفيوكسس فنرى فى الحالتين كتلة خلوية داخلية أو مايقابلها (القرص الجرثومى) بينما يمثل جرثومة التغذية تكوين مبكر اشتق من الجرثومية الخارجة ويحيط بكتلة المح فيما بعد ولا يقارن تجويف الكيس الجرثومى بتجويف تكور الأمفيوكسس والضفدعة الجرثومى ، بل هو يقابل كتلة المح مضافاً إليها التجويف المستقر بين الجرثومتين الداخلة والخارجة ، وهكذا نرى أن بويضة الثدييات العليا يُكوِّن رغم افتقارها للمح " تكورا جرثومياً " يشبه بوجه عام الأنموذج

الذى تبلغه بويضات الزواحف والطيور المحملة بالمح وأن انشقاق بويضات وحيدة المخرج الحالية لكفيل باثبات صحة هذا التشابه وقيمته التطورية .

لم تشاهد عملية الإنشاق فى بويضة الإنسان ، ولكنها درست هى وتكوين الكيس الجرثومى فى الرئيسى الدنىء " تارسيس " ، كما شوهد طور ذو أربع كتل جرثومية متساوية تقريباً فى المكاك ، ومع ذلك فالمظنون أن الإنشقاق فى الإنسان لايختلف فى أساسه عما وصفنا سابقاً . كما أن تجزئة بويضات الثدييات الحقة تحدث إبان رحلتها عبر القناة الرحمية .

التكور المعوى : تنفصل طبقة خلوية من السطح الغائر للكتلة الخلوية الغائرة وتستوى مكونة الجرثومية الداخلة ، بينما يصبح باقى الكتلة الغائرة الجرثومية الخارجة ، وهناك من يحاول إثبات حدوث انغماد من منطقة ثقب جرثومى ، ولكن لاتزال المشاكلة بين تكور الثدييات المعوى وبين تكور الأنواع الدنيا بعيدة عن حد الكمال ؛ ويلوح أن هذا التكور فى الثدييات قد هُذِّبَ كما أسرعت العمليات المنوطة به لتتوافق مع تخصصات معينة فى التكوين وتنتشر الجرثومية الداخلة وانتشارها فى جل الثدييات انتشاراً سريعاً لتبطن الكيس الجرثومى ، ولكنها تكون حويصلة صغيرة نسبياً فى تارسيس[1] ، ويظن أن منشأ الجرثومية الداخلة وانتشارها فى الإنسان مماثل لما نراه فى تارسيس . ولقد خرج " ستريتر " وغيره علينا برأى جديد بنوه على ماشاهدوه فى ثلاث أجنة مهكرة جداً إذ يرون أن التجويف خارج الجنين سابق فى تكوينه للكيس الصفارى[2] كما يعتبر أن هذا الأخير مشتق من لوح من الجرثومية الداخلة انفصل عن الكتلة الخلوية الغائرة وجدار من الجرثومية الوسطى الأولية ، ويطبق هذا الرأى على الحويصلة الأمنيوسية الجنينية وهو غير مقطوع به تماماً كما فهمت من المقال [3] .

---

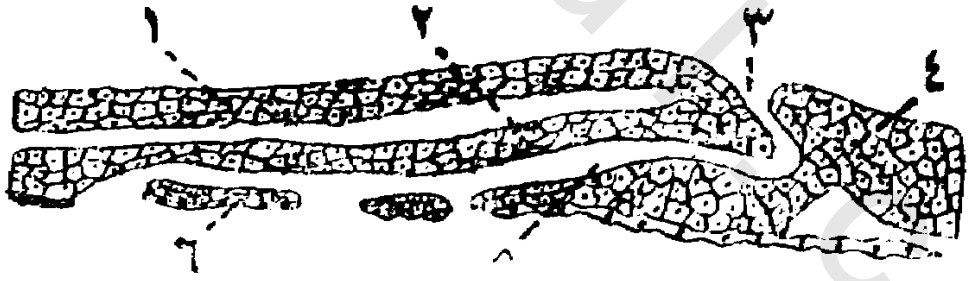
(١) شكل ٣٢ ب .

(٢) جنينا هيريج – جنين دايبل – وست .

(٣) A human ovum at the previllousstage Dible and West Jour . of Anatomy, April 1941.

تكوين الجرثومية الوسطى : يظهر خط أولى أنموذجى فى أوسط بشرة الثدييات الجرثومية ومؤخرها وتثبت المقاطع المجهرية أنه شريط سميك مستديم مع الجرثومية الخارجية السطحية وتتكاثر الخلايا من سطحه الغائر مكونة الجرثومية الوسطى التى تنتشر إلى المؤخرة وعلى الجانبين وتلتحم الطبقات الجرثومية الثلاث فى منطقة العقدة الأولية وينمو من هذه العقدة النتوء الرأسى متجهاً نحو المقدمة .

إن النتوء الرأسى فى كثير من أجنة الثدييات أجوف تخترقه القناة الحبلية الظهرية وهذه عظيمة المدى فى بعض الأنواع وكذلك فى الإنسان [1] وهى مستديمة إلى الخارج مع الحفرة الأولية كما تلتحم أرضية قناتها بالجرثومية الداخلة كما نرى فى الزواحف وتتمزق الطبقة الناتجة من هذا الالتحام وتختفى وهكذا يتكون ممر تحيط به فيما بعد الثنايا العصبية ، ويعرف عندئذ بالقناة العصبية المعوية وهو يصل سطح البشرة الجرثومية الخلفى أو أرضية التجويف الأمنيوسى بتجويف المعى ، وهذا الاتصال مؤقت ويعرف إذ ذاك سقف النتوء الراسى باللوح الحبلى الظهرى وهو مرتبط ارتباطاً وثيقاً ، ولكنه مؤقت بالجرثومية الوسطى على كلا جانبيه [2] وينفصل فيما بعد عما حوله مكوناً الحبل الأصلى الظهرى .



(شكل ٣٣)

قطاع طولى فى جنين أنسانى عمره ١٩ يوماً (عن انجولز × ٢٧٥)

(١) الجرثومية الخارجية . (٢) الصفيحة الحبلية الظهرية . (٣) الحفرة الأولية .
(٤) الخط الأولى . (٥) قناة النتوء الرأسى . (٦) بقايا أرضية القناة الملتحمة مع الجرثومية الداخلية .

---

(١) شكل ٣٣ .

(٢) يقارن هذا بالزواحف وينظر شكل ٣٤

(شكل ٣٤)

قطاع مستعرض فى جنين أرنب عمره ٧ ٣/٤ ساعة ، ٨ أيام وبه ٦ كتل بدنية × ٢٠٠

(١) الصفيحة العصبية . (٢) الجرثومية الوسطى . (٣) الجرثومية الداخلة .

(٤) الصفيحة الظهرية التى كان أصلها النتوء الرأسى ثم تداخلت فى الجرثومية الداخلة وستنفصل عنه لتكون الحبل الظهرى . (٥) الميزاب العصبى .

هذا القطاع هو السابع والستون من مقدمة الجنين

تنمو الجرثومية الوسطى فى جل الثدييات بين الجرثوميتين الخارجة والداخلة ثم تتلاقى أجنحتها وتلتحم ثم تنشق إلى ورقتين يحدان بينهما التجويف البدنى (السيلوم) وهى صميمة فى الرئيسية ذات الكيس الصفارى الصغير ، ولكن تنشق هذه الكتلة الصميمة فتصبح الغلافات متماثلة وتكون الوريقة السطحية مع الجرثومية الخارجة جدار البدن ، بينما تكون الوريقة الغائرة مع الجرثومية الداخلة جدار المعى .

تنشأ القناة العصبية فى نفس الوقت من الثنايا العصبية المشتقة من الجرثومية الخارجة ، وهكذا يستقر النظام الأساسى للجسم الفقرى وهو كما نرى متشابه فى الإنسان والأمفيوكس .

تنشأ الجرثومية الوسطى فى تارسيس من أصلين أولهما من حافة البشرة الجرثومية المؤخرة وثانيهما من الخط الأولى كما فى صغير الدجاجة والثدييات الدنيا والأولى هى الجرثومية الوسطى الأولية أو الخارجة عن الجنين فهى لاتساهم

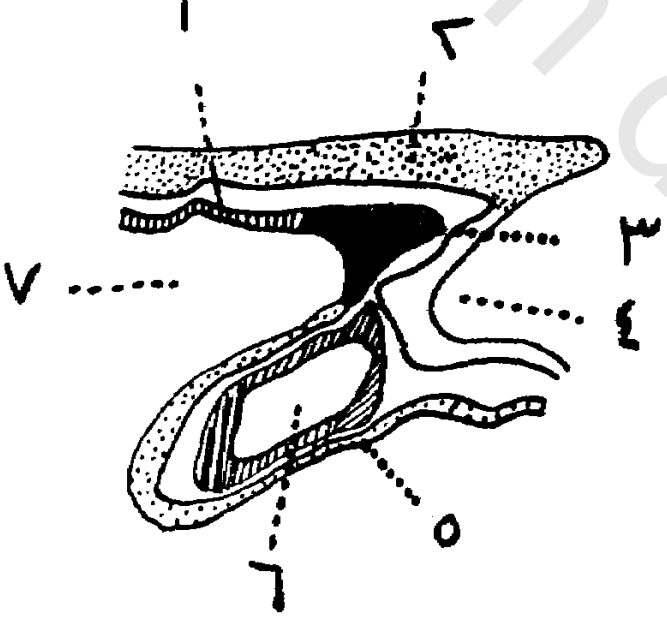
فى تكوين الجنين ذاته والثانية هى الوسطى داخل الجنين اذ تكون بعض أنسجته والمظنون أن الأولى تتكون فى الإنسان من جرثومة التغذية والثانية تتكون كما فى تارسيس . أما الدور الذى تلعبه اللوحة فى مقدمة الحبل الظهرى فسنشير إليه باختصار[1] .

الصفيحة الظهرية المقدمة

ليست هذه الصفيحة مستقرة فى أقصى مقدمة الجنين[2] كما ظنها البعض بل يوجد أمامها طبقة سميكة من الجرثومية الداخلة هلالية الشكل يكون جزؤها الأوسط نسيجا محوريا كما يمتد قرناها للمؤخريه على الجانبين [2] وتجاورها طبقة من الجرثومية الوسطى سميكة أيضا تظهر فيها فيما بعد السيلوم[2].

تتكون هذه الصفيحة فى مبدأ أمرها من طبقة خلوية سميكة ذات خلية واحدة محورية الوضع ويعتقد البعض أنها من الجرثومية الداخلة الكنى استنادا على ماشاهدته أعتقد أنها الجزء المقدم للنتوء الرأسى إذ شاهدت أسفلها خلايا داخلية فى أطوار مبكرة جدا [3] ومع ذلك فالمعروف للجميع أنها تستديم نحو

(شكل ٣٥)



قطاع طولى أوسط مبتنى من قطاعات مستعرضة لجنين أرنب عمره ٨ أيام و٣/٤ ١٧ ساعة وبه ٨ – ٩ كتل بدنية (× ١٢٥)

(١) الصفيحة الظهرية .
(٢) الصفيحة العصبية .
(٣) الصفيحة الظهرية المقدمة .
(٤) جون ثنية الرأس .
(٥) الجرثومية الداخلية .
(٦) السيلوم .
(٧) القناة المعوية المقدمة .

---

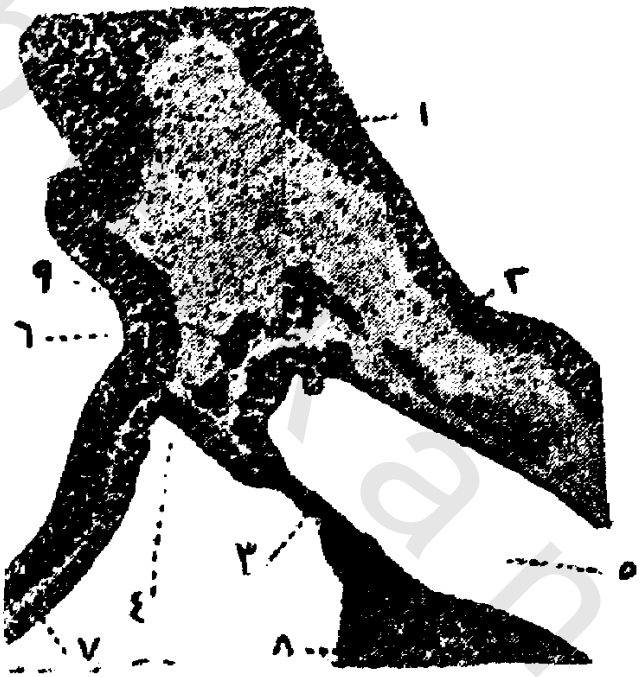
(١) Prochordal Plate. قمت ببحث مطول فى هذا تحت أشراف الاستاذ ج . ب . هيل نشر فى مجلة التشريح بلندن اكتوبر ١٩٣١ وفيما يلى ملخص بسيط مع بعض الأشكال :

(٢) شكل ٥ ، ٣١

(٣) جنين القطة المبكر من مجموعة الأستاذ ج . ب. هيل .

المؤخرة مع مقدمة التنوء الرأسى الذى سيصبح اللوح الظهرى [1] ثم ينفصل ليكون الحبل الظهرى [2] وتقصر الصفيحة الظهرية المقدمة كلما أوغلت فى التكوين وتصبح سميكة مخروطية الشكل ابتداء من الطور ذى الكتل البدنية الثلاث مكونة كتلة خلوية صميمة [3] .

(شكل ٣٦)



قطاع طولى أوسط فى جنين أرنب عمره ٩ أيام ، ١٦ ساعة وبه ٢٣ - ٢٤ كتلة بدنية (× ١٢٥)

(١) أرضية القناة العصبية ويشاهد الانثناء الدماغى .
(٢) الحبل الظهرى وقد انفصل عن الجرثومية الداخلية .
(٣) الغشاء الفمى البلعومى .
(٤) النخامية الفمية .
(٥) القناة الهضمية « المعوية » المقدمة .
(٦) النخامية العصبية .
(٧) الجرثومية الخارجية .
(٨) القوس الحشوى الأول .
(٩) الوسطى المشتقة من الصفيحة الظهرية المقدمة .

ينثنى الدماغ وتتكون القناة المعوية المقدمة [4] فتصبح هذه الصفيحة مكونة لجدار القناة المعوية المقدم وربما ساهمت فى تكوين جدارها البطنى وإذا مابلغنا الطور ذى الكتل البدنية الثلاثة عشر انفصل الحبل الظهرى عن سقف المعى ويلى ذلك (١٣ — ١٤) كتلة بدنية انشقاق الوسطى الظهريه المقدمة [5] من

---

(١) شكل ٥ ، ٣ ، ٣٥
(٢) شكل ٣٦
(٣) شكل ٣٧
(٤) شكل ٣٨
(٥) شكل ٣٦ ، ٣٩

جدار القناة المعوية المقدم ويبقى طرف هذه الوسطى الظهرى مستديما مع الحبل الظهرى [١] ويقال أن جزءها البطنى [١] ، [١] بشاكل الكتل البدنية الفكية العليا [٢] .

ينمو الحبل الظهرى إلى المقدمة عند منطقة اتصاله بالوسطى الظهرية[٣] مكوناً نتوءاً طليقا وهذا يعلل تفرع أو ازدواج الطرف المقدم للحبل الظهرى وتمدنا الصفيحة الظهرية المقدمة مهما قيل فى منشئها بالجدار المقدم للقناه المعوية المقدمة و بالوسطى الظهرية المقدمة التى يعادل جزؤها الوحشى الكتله البدنية الفكية وقد تمدنا بجزء صغير من اللوح القمى (الداخلة) وليس هناك مايدل على أن هذه الصفيحة تساهم فى تكوين الحبل الظهرى .

(شكل ٣٧)

قطاع مستعرض فى جنين أرنب عمره ٨ ايام ، $\frac{3}{4}$ ٧ ساعة وبه ٦ كتل بدنية × ٨٠

(١) الصفيحة العصبية . (٢) وريقتا الجرثومية الوسطى يحدان فيها بينهما السيلوم .
(٣) خلايا من الوسطى ستكون الغشاء المبطن للقلب . (٤) الجرثومية الداخلية .
(٥) الصفيحة الظهرية المقدمة .

هذا القطاع هو الخامس والثلاثون من مقدمة الجنين

---

(١) شكل ٣٦ ، ٣٩

(٢) Premandibular Somite يقع هذا فى مقدمة الغشاء الفمي البلعومى .

(٣) شكل ٤٠

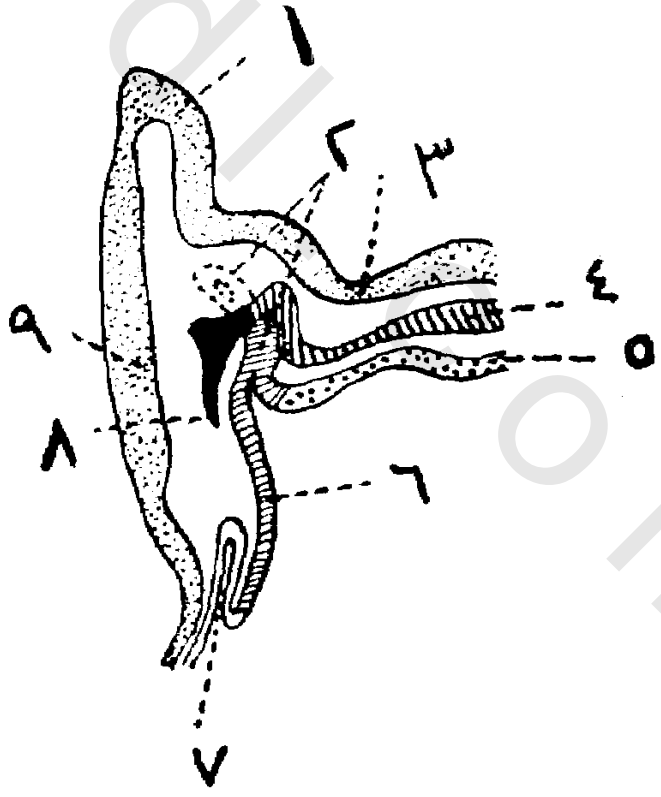
المشاكلة في حالتي الجرثومية الوسطى والحبل الظهرى

يلوح لنا أن جرثومية الامفيوكس والبرمائية الوسطى وحبلها الظهرى مشتقان من الجرثومية الدخلة المكونة لجدار المعى الخلفي ، وتثبت الدراسة الجدية أن هذا الرأى غير صحيح إذ أن سقف المعى الأولى مشتق من الشفة

(شكل ٣٨)

قطاع طولى أوسط فى جنين أرنب عمره ٨ أيام ، ١٦ ساعة وبه ٩ كتل بدنية × ١٧٥

(١) الفم الاولى .
(٢) الغشاء الفمى البلعومى .
(٣) المعى المقدمة .
(٤) أرضية القناة العصبية .
(٥) الصفيحة الظهرية المقدمة .
(٦) القناه العصبية .
(٧) الجرثومية الخارجية .
(٨) الثقب العصبى المقدمى .



(شكل ٣٩)

قطاع أوسط طولى أبتى من قطاعات مستعرضة لجنين أرنب عمره ١٠ أيام وبه ٢٦ كتلة بدنية × ١٠٠

(١) أنثناء الدماغ .
(٢) كيس سيسيل .
(٣) جدران الدماغ .
(٤) الحبل الظهرى .
(٥) الجرثومية الداخلية .
(٦) جدران القناة الهضمية المقدمة .
(٧) النخامية الفميه .
(٨) الوسطى المشتقه من الصفيحة الظهرية المقدمة .
(٩) جدار الدماغ .

الخلفية للثقب الجرثومى وكلما ازداد الجنين طولا كلما ساهمت تلك المنطقة المنتجة فى الإضافة إلى سقف المعى الأولية ، وهكذا تشتق الجرثومية الوسطى والحبل الظهرى من النسيج الخام المكون للشفة الخلفية للثقب الجرثومى حيث ملتقى الجرثومتين الخارجة والداخلة وتنشأ الجرثومية الوسطى فى الزواحف والطيور والثدييات من جانبى الخط الاولى كما ينشأ النتوء الرأسى (الحبل الظهرى فيما بعد) من مقدمة هذا الخط [1] . ولقد عرفنا سابقاً ماهية الخط وقدرناه كثقب جرثومى مهذب مغلق ، وهكذا يتجلى لنا التشابه بين منبع الجرثومية الوسطى والحبل الظهرى فى هذه الفقريات وبينه فى الأمفيوكس والبرمائية .

(شكل ٤٠)

قطاع طولى أوسط فى مقدمة جنين أرنب عمره ١١ يوماً وبه ٣٧ كتلة × ١٠٠

(١) جدران القناة العصبية .

(٢) الحبل الظهرى .

(٣) الوسطى المشتقة من الصفيحة الظهرية المقدمة .

(٤) التخاميه الغمية .

(٥) المعى المقدمة وفتحة الفم .

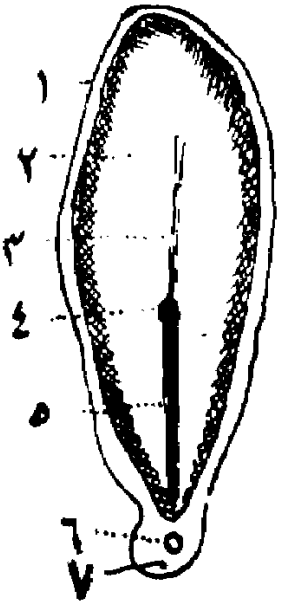
(٦) القوسى الحشوى الأول .

---

(١) شكل ٣٣

ينتمى الثقب الجرثومى الاصلى للجرثومية الخارجة استناداً على وضعه السطحى وعلاقاته التكوينية وخصوصاً فى الأجنة ذات الخط الأولى [1] ، ولكن متى تكون الحبل الظهرى فإنه يصبح منتميا للجرثومية الوسطى .

لوحظ أنه كلما تقهقر الخط الأولى نحو مؤخرة الجنين كلما ازداد النتوء الرأسى طولا وذلك على حساب النسيج الأولى ويقتصر الخط الأولى أخيراً على طرف الجنين المؤخرى حيث يكون الزر الذيلى [2] الذى يقوم بتموين الجنين ليبنى الجذع والأطراف السفلى ، وهكذا يبنى جزء من الجسم حول النتوء الرأسى للمحور ويقابل وضع العقدة الأولية الأصلى مكان الصلة بين الرأس والجذع فى المستقبل ويمتد الحبل الظهرى فيما بعد من الرأس إلى الذيل فى الخط الأوسط ويحاط بما يكون فيما بعد أجسام الفقرات وجزء من قاعدة الجمجمة وأخيراً يفنى إذ تنتابه استحالة رجعية ، ولكنه يكون هيكل الأمفيوكس المحورى بمفرده ويحتل جزءاً من أجسام الفقرات فى الأسماك والبرمائية . أما فى الإنسان البالغ فله بقايا تحتل وسط الأقراص بين الفقرات



(شكل ٤١)

قرص جنين أنجولز الانسانى (× ٢٦)

(١) حافة الغشاء الامنيوسى .
(٢) القرص الجنينى .
(٣) النتوء الرأسى .
(٤) الحفرة والعقدة الاولية .
(٥) الخط الاولى وميزابة .
(٦) الغشاء المنبارى .
(٧) العنق البدنى .

---

(١) حيث لاعتراض على ذلك .

(٢) Tail Bud

كما يمثله أو يمثل النسيج الملاصق له الرباط القمى [1] . وقد تؤدى بقاياه فى مؤخرته أو مقدمه إلى إحداث أورام [2] .

مشتقات الطبقات الجرثومية

لهذه الطبقات احتمالات كامنة تتعدى ما تُبين عنه عادة فقد تُحمل الوسطى تجريبياً على أحداث أنسجة كانت تصاغ عادة من غيرها من الطبقات الجرثومية وتتبع الطبقات أبان التكوين الطبيعى نظاما دقيقا لا تحول عنه وقد تدفعها الظروف الى احداث تعديل أو تغيير فى التوزيع وفيما يلى مشتقات هذه الطبقات :

(ا) الجرثومية الخارجية

١ ــ بشرة الجلد بما فيها غدد العرق والغدد الدهنية والثديية والشعر والأظافر وعدسة العين .

٢ ــ طبقة الشبكية البشرية والملتحمة والغدد الدمعية وقنواتها والأذن الخارجة والداخلة وتجويف الأنف (جزئيا) وبطانة الجيوب الهوائية الأنفية والفم (جزئيا) بما فى ذلك مينا الأسنان وأزرار الذوق والغدد الفمية والنخامية والأست وقناة مجرى البول فى الذكر جزئياً وغشاء الأمنيون جزئياً والكريون (جزئياً) .

٣ ــ النسيج العصبى والغراء العصبى والعنكبوتية الحنونة والنسيج الملون (كرومافين) .

٤ ــ عضلات القزحية الملساء وعضلات غدد العرق .

(ب) الجرثومية الوسطى

١ ــ العضلات القلبية والملساء والهيكلية وعضلات الشعر .

٢ ــ الأنسجة الضامة والغضروفية والعظمية .

---

(١) Apical Ligament

(٢) Chordoma

٣ ــ الحبل الظهرى .

٤ ــ الدم ونخاع العظام .

٥ ــ الأجهزة الليمفاوية .

٦ ــ قشرة الغدة فوق الكلى .

٧ ــ طبقة الجلد الغائرة

٨ ــ البلورا والتامور والبريتون .

٩ ــ بشرة الكلى والحالب والمثلث المثانى .

١٠ــ الخصية والبربخ والقناة الناقلة للمنى ، الحويصلة المنوية .

١١ــ المبيض وبوق الرحم والرحم والمهبل جزئيا .

١٢ــ الأوعية الدموية والليمفاوية .

١٣ــ الغشاء المبطن للمفاصل ، الأكياس الزلالية وأغماد الأوتار .

(ج) الجرثومية الداخلة

١ ــ بشرة البلعوم والقناة السمعية والتجويف الطبلى والدرقية واللوز والتيموسية (ا) جارات الدرقية .

٢ ــ بشرة المسار التنفسى ماعدا جزء من الأنف ، الحنجرة والقصبة الهوائية والرئة .

٣ ــ بشرة القناة الهضمية بما فيها الغدد الداخلة والكبد والحويصلية المرارية والقنوات الصفراوية والبنكرياس والحويصلة الصفارية والمنبارية (جزئياً) .

٤ ــ بشرة المثانة .

٥ ــ المهبل (؟) .

٦ ــ الدهليز .

٧ ــ قناة مجرى البول فى الأنثى والغدد الدهليزية .

٨ ــ قناة مجرى البول فى الذكر (جزئياً) والبروستاتا والغدد البصلية البولية .