الفصل الثامن

علم الأجنة

obeikandl.com

تمهيـــــــــد

يبدأ الفرد حياته كخلية واحدة هى البويضة الملقحة Fertilized egg (الزيجوت zygote) وهو اسم يدل على إن البويضة الملقحة لها نشأه مزدوجة فهى عبارة عن الحيوان المنوى الذى يتكون فى خصية الذكر والبويضة تتكون فى مبيض الأنثى وبإتحاد هاتين الخليتين التناسليتين تتم عملية الإخصاب Fertilization وينتج عنها الزيجوت Zygote الذى يعتبر الخلية الجسمية Sometic cell الأولى فى بناء الفرد الجديد. هذه هى الطريقة العامة فى طريقة تكوين الجنين فى قبيلة الفقاريات وهذا هو التكاثر الجنسى فى الحبليات.

علم الأجنة: Embryology

هو دراسة دورة حياة الفرد من الإخصاب حتى النضج الجنسى ولكن بعض العلماء يفسرون علم الأجنة على أنه دراسة التكوين الجنينى لغاية الفقس والولادة و يتضمن علم الأجنة دراسة مراحل النمو والتكوين والتميزGrowth, Development and Differentiation التى تتم فى الكائن الحى منذ النشأة الأولى (الزيجوت) إلى إن يصبح الحيوان كامل التكوين معقد التركيب شبيه الأبوين، ناضج جنسيا.

كلمة الجنين: Embryo

يشار إلى دراسة المراحل الجنينية فى الحيوان داخل البيضة قبل وبعد الفقس أو الولادة، وفيما يختص بمعنى الجنين يستخدم معنيين مختلفين:

١) يشار إلى عمليات التحول التى تختص بإخصاب البويضة ومرور هذه البويضة المخصبة من المراحل الأولية إلى المراحل كاملة النضج وتكوين أفراد جديدة وتسمى هذه بظاهرة التطور والنشوء **Ontegenetic Development.**

٢) أما الظاهرة الثانية وهى التطور التاريخى لبعض الأجناس، وتحولها من شكل إلى آخر **Phylogenetic development.**

وبذلك يكن تعريف علم الأجنة بانه دراسة التطور الجنينى لحيوانات عديدة الخلايا من الإخصاب حتى النضج الجنسى.

Difine embryology as the study of the **ontegenetic development** organisms.

ويتم الأخصاب عن طريق أتحاد الحيوان المنوى Spermatozoon من الذكر مع البويضة mature ovum من الأنثى وينتج الزيجوت Zygote عن طريق التكاثر الجنسى Sexual reproduction والزيجوت يعتبر الخلية الاولى فى بناء الكائن الحى ويحتوى على العدد الزوجى من الكروموسومات

Diploid numbers حيث يأتى نصف العدد الكروموسومى والحيوان المنوى يحتويان على نصف العدد الكروموسومى وباتحادهما يعطيان العدد الزوجى Diploid number الموجود بالزيجوت والذى يستمر فى النمو حتى يصبح كائنات كاملة النمو والتكوين تشبه أبويهما.

وبذلك تكون دورة حياة الكائن الحى الذى يتكاثر بالطريقة الجنسية تبدأ بتكوين الأمشاج Gamets ويتضمن هذه العملية أنقساما إختزاليا Reduction division يؤدى إلى إختزال عدد الكروموسومات (الصبغيات) فى الخلية الناتجة إلى نصف العدد المميز النوع بعكس الخلايا الجسمية Somatic cells والتى تحتوى على العدد الزوجى من الكروموسومات فى الخلية الأصلية والمميز لنوع الحيوان.

لمحة تاريخية لعلم الأجنة

Historical review of the main trends of thought in embryology

يرجع علم الأجنة فى دراسته القديمة إلى العالم أرسطو (٣٢٢-٣٨٤ق.م) الذى أجرى دراسته على جنين الدجاجة مستعينا بالعين المجردة وفى سنة ٣٤٠ق.م كان أول من وصف النمو الجنينى للدجاجة ووضح فى وصفه أن أول عضو ينشأ هو القلب ثم الأجزاء الأخرى التى تتكون حول الأوعيه الدموية. وسمى هذه العملية **بعملية التكوين التراكمى Epigensis** وظهرت فى هذه النظرية لكل من هارفى ١٥٧٨، فابر بشياص ١٥٣٧.

ومع ظهور المجهر ظهرت نظرية جديدة **هى نظرية التكوين المسبق Preformtion** وقد أوضح مالبيجى Malpighi theory عام ١٦٧٣ بإنه رأى جنينا صغيرا كاملا لدجاجة فى البيضة غير المحضنة. ولذا فان نظرية التكوين ما هى إلا عملية التكوين الجنينى اى النمو الجنينى وأمتداد أجزائه وزيادة كثافتها وقد لاقت هذه النظرية قبولا واسعا.

وفى عام ١٦٧٧ أكتشف رهام وليفهوك نطفة السائل المنوى فكان الظن بداية الأمر انها طفيليات. وقد أقترح بإنه يحمل صفات الجنين بدلا من البيضة.

ولقد ظهرت نظرية جديدة تمثلى جديدة تحويرا للفكرة الأساسية لنظرية التكوين السابقة وهى نظرية التكييس emboiment or encasement وتنص هذه النظرية على ان أفراد الاجيال المتعاقبة تحفظ فى الخلايا الجنسية للأم الواحد داخل الأخر وكان رائدا هذه النظرية هما العالم سومرادم وبونت عام ١٧٢٠م.

لقد لوحظ بوفن Buffon ١٧٦٠ بدراسة عدد كبير من البيوض على فترات مختلفة من الحضانة أنه أقترح بإن جنين الدجاجة موجودة فى مركز البيضة منذ خروجها من جسم الدجاجة.

وفى عام ١٨٢٨ نشر فون بيرفى كتابة الموسم قانون الذى يتضمن على ان المظاهر العامة التى تشيع فى كل أعضاء المجموعة من الحيوانات تظهر فى الجنين فى وقت مبكر من وقت ظهور الصفات الأكثر

تخصصا كظهور الحبل الظهرى والجهاز العصبى المركزى قبل ظهور بعض الصفات المختلفة كما الزعانف فى الأسماك والريش فى الطيور والشعر فى الثدييات.

وتضمن وصف العالم ارسطو بجنين الدجاج ضرورة وجوده روح غير مادية توجه عمليات التمايز والنمو المعقدة والتى تسمى بالقوة الحيوية التى اقترحها ولف ١٧٥٩م.

أهم المجالات المتخصصة لعلم الأجنة

- **علم الأجنة الوصفى** **Descriptive embryology**

يتطرق هذا العلم إلى المراقبة والوصف دون التدخل فى العمليات الحيوية الداخلية وربط عمليات النمو بالظروف البيئية المتغيرة فى كل مرحله من النمو خصوصا الأسماك.

- **علم الأجنة المقارن** **Comparative embryology**

وقد تطرق هذا العلم إلى مقارنة أجنة الأنواع المختلفة ببعضهما البعض ومحاولة أيجاد العلاقة أو المواقع التصنيفية للكثير منها. وقد ساعد هذا العلم على فهم التكوين الجنينى للكثير منها وتفسير كثير من الغموض فى مراحل النمو الجنينى للإنسان.

- **علم الأجنة التجريبى** **Experimental embryology**

وهو العلم الذى يعتمد فيه الباحث على أجراء التجارب العلمية فى المعمل وإحداثها على الخلية أو الجنين وعلى المشاهدة وتحليل النتائج وقد بدأ هذا العلم بتجربة من العالم ولهلم روكس Wilhelm Roux الذى حاول حسم الخلاف بين مؤيدى نظريتى التكوين المسبق والتكوين التراكمى. فقد قتل العالم روكس إحدى الخليتين الناتجتين عن أنقسام البيضة المخصبة للضفدعة بكيها بأبرة ساخنة إلى درجة الأحمرار. وبهذه التجربة أمكن أثبات أى النظريتين أصح نظرية التكوين التراكمى أو التكوين المسبق.

- فإذا كانت نظرية التكوين التراكمى صحيحه فسنحصل على جنين كامل وان كان صغير الحجم.

- أما إذا كانت نظرية التكوين المسبق صحيحه فسنحصل على جنين مشوه أو ناقص وهو ما حصل عليه العالم رو. وقد اعتبر العالم رو هذه النتيجة دليلا عمليا صحيحا على صحة هذه النظرية وأقترح وسمى هذه النظرية بالنظرية الفسيفساقية Mosaic theory.

ولقد ظهر فيما بعد عملية كى أو قتل الخلية تأثير على عملية التكوين الجنينى للخلية بحيث جاء مشوها. ولهذا فقد تم الحصول على جنينين كاملين صغيرين بعد فصل الخليتين الناتجتين عن أول انقسام لبويضة مخصبة فصلا تاما.

ومن رواد علم الأجنة التجريبى هو العالم دريش Driesch الذى أوضح فى تجربته ١٨٩١ إمكانية نشؤ جنين كامل لقنفذ البحر من كل من الخليتين الناتجتين عن أول إنقسام للبيضة المخصبة بعد فصلهما.

- **علم الأجنة الكيميائي:** **Chemical embryology**

يساعد الباحثين فى دراسة الجنين من حيث جيناته وتركيبه والمادة الأساسيه لهذه الجينات. والكيفية التى تسيطر بها المادة الوراثية للبيضة المخصبة على بناء المواد المختلفة ونشاط الجنين عن طريق نشاط الأحماض النووية.

علم الأجنة الفسيولوجى: **Physiological embryology**

يساعد على دراسة النواحى المختلفة للجنين من ناحية عملية الأيض والتغذية والأخراج والنمو.

- **علم الأجنة التحليلى (علم الأجنة المعاصر)** **Analytical chemistry**

وهو يتبع فى طريقته المنهج الجديد لعلوم الحياة الذى يتخذ الجينات والأحماض النووية وعملها أساسا لتحليل النشاطات والحيوية والفاعلين المختلفة للجنين وأول من أتبع هذا الطريق هو العالم مورجان Morgan فى عام ١٩١٩حين وضع الترتيب الخطى للجينات أو المادة الوراثية على الكروموسومات وبالتالى فان هذه الشفرات (الجينات) المحمولة على الكروموسومات هى المسئولة عن تحديد أنصاف المظهرية والوظيفية للفرد وهذه الجينات هى عبارة عن الأحماض النووية سواء الحامض النووى الديزوكسى ريبونيكلك اسيد أوالريبوزى نيكلك اسيد وبعض الإنزيمات.

صور مراحل التكوين للخلايا الجنسية:

من الواضح ان هناك عمليات وتطورات أساسية يمر بها الكائن الحى لمختلف الحيوانات ليكون فردا جديدا. وهذه العمليات تبدأ من قبل عملية الإخصاب للبويضة، وهى تشمل عملية تكوين كل من الحيوان المنوى والبويضة وتسمى هذه العملية بعملية تكوين الأمشاج Gametogenes فى كل منهما تنشأ هذه الخلايا بطريقة واحدة باستثناء بعض اللافقاريات ويمكن توضيح التغيرات والتحورات للإنتاج الخلايا الجنسية الذكرية منها والأنوثية:

(١) التكاثر: **Reporduction**

–حيث تنقسم خلايا الجنسية البدائية إنقسامات متتالية بالإنقسام الغير مباشر منتجه أعداد كثيرة من الخلايا الجنسية.

–أمهات المنى فى الحيوان المنوى وفى الأنثى تسمى عشاش أمهات البيض وبمجرد من وقوف بعض هذه الخلايا عن الإنقسام تدخل فى مرحلة أخرى.

obeikandl.com

(٢) النمو: Growth

وهذه المرحلة تختص بغذاء خلايا أمهات المنى أو أمهات البيض وتتغذى الأولى بواسطة خلايا سرتولى وهى خلايا كبيرة بجوار خلايا أمهات المنى وتكوين مانسمى بخلية منوية ابتدائية Primary spermatocyte والثانية تتغذى بواسطة الخلايا الحويصلية المحيطة بالخلية البيضية الأولية والتى تسمى Primary oocyte.

(٣) النضج: Maturation

عند إتمام نضج الخلية المنوية الأبتدائية أو البيضية الأبتدائية تدخل فى مرحلتى الإنقسام الإختزالى الأول والثانى.

وتؤدى إلى إختزال عدد الكروموسومات فى الخليتين الناتجتين إلى النصف وهى خلية المنوية (النظيفة) الثانوية Secondary spermatocyte أو البيضية الثانوية . وسرعان ما تمر هذه الخلايا بالمرحلة الثانية من الإنقسام الإختزالى الثانى دون المرور بطور نمو لتنتج أربعة خلايا جرثومية هى الطلائع المنويـــــــــة. أو حوصلة جراف فى البيض لتعطى البويضة الناضجة ثم تتطور هذه الخلايا المنوية إلى الطلائع المنوية ثم إلى حيوانات منوية فى الذكر أو بويضة ناضجة فى الإنثى.

الأمشاج نوعين : ذكريه - أنثيه:

وباتحاد الخلية الذكرية (النطفة) Speranatozoa بالبويضة Ovum تعرف هذه العملية بالإخصاب لتكون البويضة المخصبة أو الزيجوت zygote والذى يحتـــوى على العدد الزوجى للكروموسومـــات Diploid number وتمر البويضة المخصبة (الجنين) بمراحل مختلفة من الإنقسامات المتتالية التى تؤدى إلى تكوين كرة مصمتة من الخلايا تسمى التوتيه morula ثم تتحول هذه الكرة إلى كرة جوفاء من الخلايا تسمى بالمفلجة blastula ويعرف تجويفها بتجويف المفلجة blastocoel ثم يتحول هذا الجنين إلى تركيب ثلاثى الطبقات يسمى بالبطينة Gastrula والتى تحتوى بداخلها على تجويف يسمى تجويف البطينة Gastrocoel أو المعى البدائى Archentron وتسمى عملية التحول هذه من المفلجة إلى البطينة بعملية التبطين Gasrulation وفى هذه المرحلة تحتوى البطينة على الطبقات الجرثومية الثلاثة يمر الجنين بعد ذلك إلى مرحلة تكوين الاعضاء.

فتتميز الطبقات الجرثومية الثلاثة إلى أجزاء صغيرة والتى تأخذ اتجاهات مختلفة لتحدد مصير كل جزء منها يتكون عضو معين. ويظهر بداءات الأعضاء ويصبح الجنين شبيها بالحيوان البالغ ثم يبدأ فى النمو والتمييز ليتحدد حجم وشكل الأبوين.

تفقس البويضة فى بعض الأنواع كائن يختلف عن البالغ مظهريا ويسمى اليرقة Larva حيث تكون قادرة على الحصول على الطعام ثم تتحول اليرقة إلى الشكل البالغ بعملية تعرف بالتحول الشكلى

metamorphosis وخلال هذه العملية تفقد اليرقة تراكيب كثيرة تستخدم فى الطعام والأنتقال ولكنها لا تؤدى وظيفة كبيرة عند البلوغ وتنتشر هذه الظاهرة فى الحيوانات التى تضع بيوضا صغيرة قليلة المح.

ويمكن توضيح عملية التكوين الجنينى بانها سلسلة من الإنقسامات والتطورات المستمرة حيث أنها يمكن ان تتكون من عدة مراحل مختلفة هى:

(١) مراحل تكوين الخلايا الجنسية Formation of sex cells

(٢) الإخصـــــــــاب Fertilization

(٣) التفلج والإنقسام Cleavage & Segmentation

(٤) مرحلة التبطيـــــــــن Gastrulation

(٥) مرحلة تكوين الأعضاء Organogenesis

(٦) مرحلة خروج الجنين إلى الحياة Posthatching

من البويضة كما فى حالة بعض الأسماك والبرمائيات والطيور والزواحف والولادة فى حالة معظم الثدييات.

(٧) عملية النضوج الجنسى للفرد Sexual maturity التى تنتهى بحيوانات ناضجة جنسياً من ذكور وإناث يتزوجون مرة أخرى لإنتاج أجيال أخرى متتالية.

obeikandl.com

تكوين الأمشاج
Gametogenesis

تمثل عملية تكوين الأمشاج الخطوة الاولى فى التكاثر الجنسى Sexual Reproduction حيث تحتوى هذه الخلايا الجنسية على نصف العدد الكروموسومى (الصبغى) المميز للنوع وتعرف الخلايا الجنسية الذكرية بالحيوان المنوى (النطف) Sperm والخلايا الجرثومية الإنثويه الناضجة بالبيوض Ova وتسمى العمليتين اللتين تؤديان إلى نشؤ أو تكوين البيض Oogenesis وتكوين الحيوان المنوى (النطف) Spermatogenesis وهتان العمليتيان متشابهتان تماماً رغم إختلافات المظهرية بين نواتجهما فكلاهما يبدأ بمرحلة التكاثر للخلايا الجرثومية الأولية، مروراً بالإنقسام الإختزالى وطور النمو والنضج ويتم إنتاج الحيوانات المنوية داخل خصية الذكور والبويضات من المبيض في الإناث .

أصل الخلايا الجرثومية: Origin of germ cells

يعتقد كثير من علماء الأجنة ان الخلايا الجرثومية الأولية تكون الأمشاج فقط أما الخلايا الجسمية Somatic cells للغدد التناسلية مثل خلايا سرتولى فى الخصى والخلايا الحويصلية فى المبايض تنشأ من الميزوديوم. ومن الثابت ان الخلايا الجرثومية تنشأ بوضع مختلف عن بقية الخلايا فى العرف الجرثومى Germinal ridge والذى يكون الغدد التناسلية والتى تنشأ فى أجزاء من الجنين بعيداً عن هذا الحرف ثم تهاجر لتستقر فيه. ولهذا كان الأعتقاد السابق ان الخلايا الجرثومية الأولية لاتظهر إلا فى وقت متأخر أثناء النمو الجنينى أى بعد أن تتكون المناسل حيث توجد هذه الخلايا. وقد تبين حديثا ان الخلايا الجرثومية الأولية تظهر فى وقت مبكر جدا أثناء نمو الجنين وحتى قبل أن يعرف بعد ان كان ذكراً أم أنثى وقد وجد أن مدة الحمل فى الفأر الصغير mice هى ١٩-٢٠ يوماً والفأر الكبير Rat تصل إلى ٢١-٢٢ يوماً والأرانب من ٣٠-٣٢ يوماً.

ويتضح فى قول الله تعالى فى كتابه العزيز فى سورة الشورى الجزء الخامس والعشرون (٤٨) " لله ملك السموات والارض يخلق ما يشاء يهب لمن يشاء اناثاً ويهب لمن يشاء الذكور * أو يزوجهم ذكراناً واناثا ويجعل من يشاء عقيما انه عليم قدير".

وفى سورة أخرى يتضح فيه قدرة الله فى ان يهب من يشاء الإناث فى سورة آل عمران الجزء الثالث (٦) " هو الذى يصوركم فى الأرحام كيف يشاء لا اله الا هو العزيز الحكيم"

وفى سورة الرعد الجزء الثالث عشر (٨)

" الله يعلم ما تحمل كل انثى وما تغيض الأرحام وما تزداد وكل شئ عنده بمقدار"

ويبين الله العلى القدير فى أياته الكريمة فى سورة الحج الجزء السابع عشر (٤)

" يأيها الناس ان كنتم فى ريب من البعث فانا خلقناكم من تراب ثم من نطفة ثم من علقه ثم من مضغة مخلقة وغير مخلقة لنبين لكم ونقر فى الارحام ما نشاء إلى أجل مسمى ثم نخرجكم طفلاً ثم لتبلغوا أشدكم ومنكم من يتوفى ومنكم من يرد إلى أرذل العمر".

وفى سورة أخرى من كتاب الله عز وجل يوضح فيه المراحل المختلفة لتكوين الجنين فى رحم الأم وفى قوله عز وجل فى سورة المؤمنون الجزء الثامن عشر (١١)

" ولقد خلقنا الإنسان من سلالة من طين * ثم جعلناه نطفة فى قرار مكين * ثم خلقنا النطفة علقة فخلقنا العلقة مضغة فخلقنا المضغة عظاماً فكسونا العظام لحما ثم انشاناه خلقاً آخر فتبارك الله أحسن الخالقين"

وفى سورة أخرى من كتاب الله فى قول الله تعالى فى سورة غافر الجزء الرابع والعشرون (٦٧)

" هو الذى خلقكم من تراب ثم من نطفة ثم من علقة ثم يخرجكم طفلا ثم لتبلغوا أشدكم ثم لتكونوا شيوخا ومنكم من يتوفى من قبل ولتبلغوا أجلا مسمى ولعلكم تعقلون".

وان الخلايا الجرثومية تتميز داخل الجدار الداخلى لعنق كيس المح شكل (٨-١) ثم تهاجر منه إلى المناسل فى وقت يكون فيه المنسل عبارة عن بروز صغير يعرف باسم العرف الجرثومى Germinal ridge ويكون هذا العرف الجرثومى ملاصقاً تماماً للكلية الأولية للجنين حيث كان جزءاً منه ثم انفصل تدريجيا كما موضح فى شكل (٨-١).

ومع أستمرار النمو الجنينى يزداد العرف الجرثومى فى النمو إلى أن ينفصل تماماً عن الكلية الجنينية ويزداد عدد الخلايا الجنسية المهاجرة إليه ويتحول إلى كيس وقشره خارجية سميكة Cortex ولب medulla تنتشر بداخله أحبال جنسية أبتدائية primitive sex cords ويعرف بالطور غير محدد المنسل indifferent gonad شكل (٨-١) وان قدر ان يكون هذا الجنين ذكراً فيحدث زيادة فى عدد الأحبال الجنسية الأولية وتملأ اللب تماماً وتقل القشرة وتتحول الأحبال الجنسية الأولية إلى الأنيبيبات المنوية Seminiferous Tubules وتتحول الخلايا الجنسية الأولية إلى مولدات المنى وهى المرحلة الاولى لتكوين الحيوانات المنوية وتكون الخصية. وتظل مولدات المنى Spermatogonia ساكنة خلال الفترة الجنينية وحتى بعد خروج الجنين إلى الحياة حتى يصل إلى مرحله النضج الجنسى عند ذلك تخرج هذه الخلايا من مرحلة السكون إلى سلسلة من الإنقسامات الخلوية الغير مباشرة والإختزالية حتى تكون الحيوانات المنوية.

وان قدر لهذا الجنين ان يكون إنثى فان سمك القشرة يزداد فى الحجم ويتبعه ضمور فى اللب وتزحف خلايا القشرة إلى الداخل حتى تملئ تجويف المنسل تماماً وتتحول الخلايا الجنسية الأولية إلى نوع من الخلايا يعرف باسم أمهات البيض oogenia التى تعتبر الطور الاول فى مرحلة تكوين البويضات وتكوين المبيض. وتعرف هذه العملية السابقة بعملية التمييز الجنسى للأجنة قبل الولادة شكل (٨-٢).

وفى خلال هذه العملية تمر كل من البويضة والحيوان المنوى بسلسلة من الإنقسامات والتمييز حتى يتكون كل منها وهذه السلسلة هى:

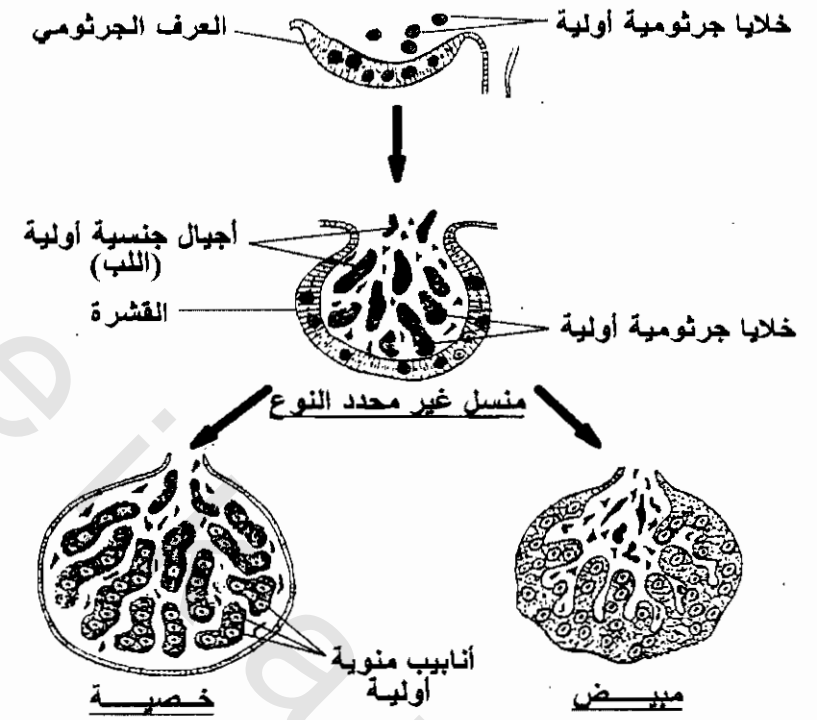
الإنقسام الغير مباشر. Mitosis

والإنقسام الاختزالي. Meiosis

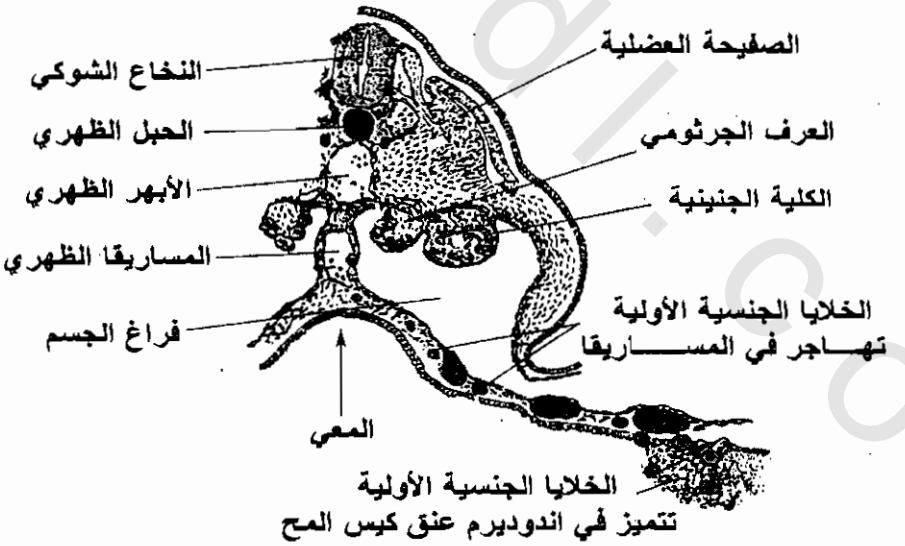
وبعد تكوين كل من البويضة والحيوان المنوى يتم اتحادهما وبتكوين الزيجوت حيث ان كل منهما يحتوى على نصف عدد الكروموسومات Haploid No ويكتمل هذا العدد Diploid No بإتحاد البويضة والحيوان المنوى ويعطى العدد الزوجى diploid No. 2N فمثلا: العدد الزوجى لكروموسومات الإنسان ٤٦ كروموسوم منهم ٢٢ زوج جسمى autosomes + زوج من الكروموسومات الجنسية Sex chromosomes والذى يطلق عليه XX فى حالة الإنثى، XY فى حالة الذكر.

ويتوقف جنس الجنين على نوع الحيوان المنوى الذى يلقح البويضة فإذا كان Y يتحد مع X بويضة فيكون الناتج ذكراً. وإذا كان X يتحد مع بويضة فيكون الناتج إنثى .

obeikandl.com



شكل ( ) خطوات التميز الجنسي وكيفية تكوين المبيض أو الخصية.



رسم تخطيطي لقطاع خلال منتصف الجسم في جنين حيوان فقاري يوضح نشأة الخلايا الجنسية الأولية في إندوديرم الكيس المحي والتي تهاجر منه إلى المناسل النامية

شكل رقم (٨-١)

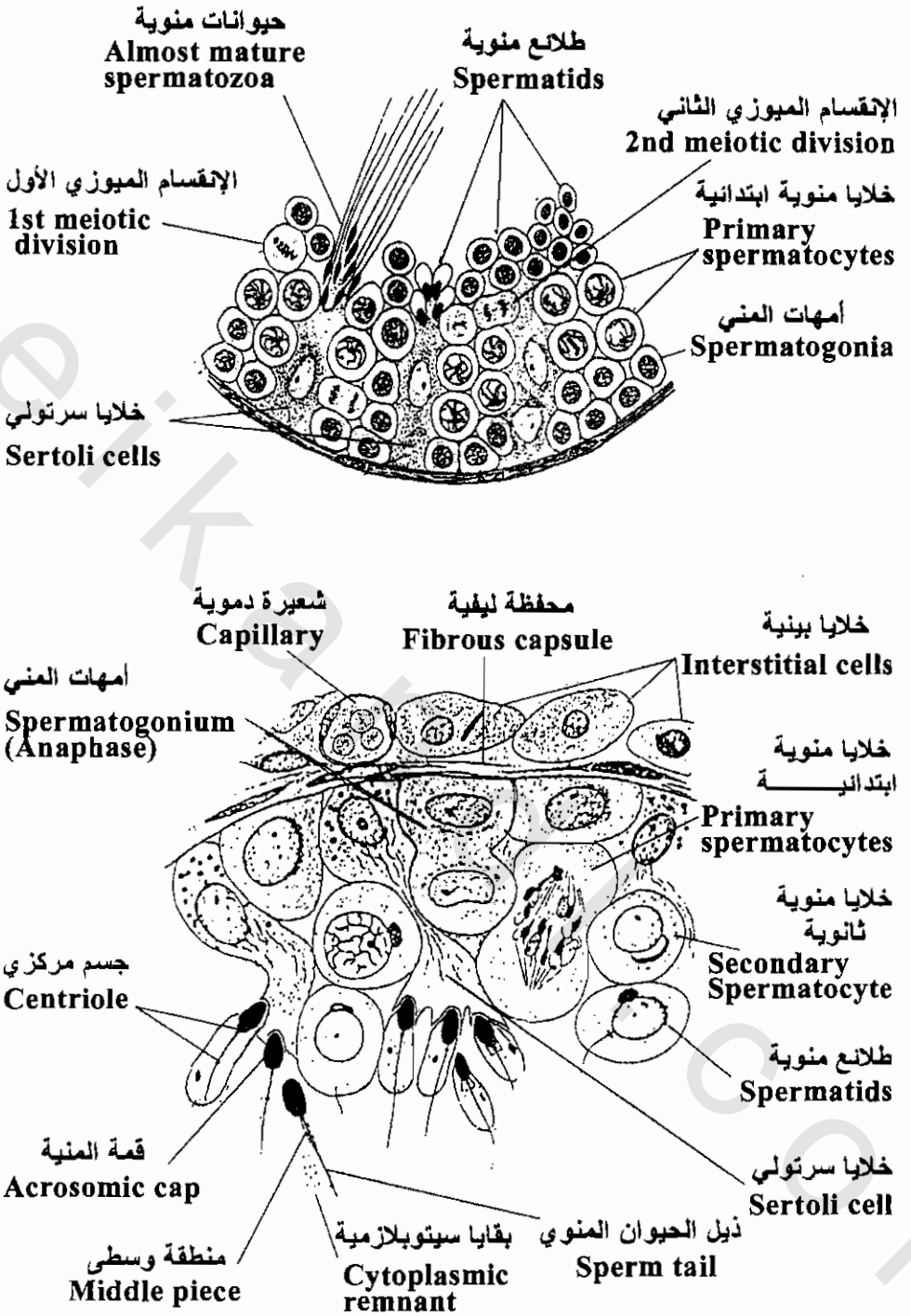


Diagram of a portion of the wall of a seminiferous tubule.

رسم توضيحي لجدار الأنبوبة المنوية

شكل رقم (٨-٢)

تكوين الحيوانات المنوية Spermotogenesis

تتكون الجاميطات الذكرية (الحيوانات المنوية) فى خصية الذكر داخل الأنابيب الملفوفة داخل الخصية والتى تعرف باسم الأنيبيبات المنوية Seminiferous Tubules وتنشأ الخلايا الجرثومية الأولية فى الأطوار المبكرة من النمو الجنينى ثم تهاجر إلى العرف التناسلى الذى وصف من قبل genital redge حيث تعمل هذه الخلايا على تكوين الأنيبيبات المنوية ثم الخلايا الجنسية الذكرية أو مولدات المنى Spermatogenia وهى المسئولة عن تكوين الحيوان المنوى فعندما يصل الحيوان الفقارى إلى مرحلة البلوغ أو النضج الجنسى يبدأ هذه الخلايا فى التحول إلى حيوانات منوية داخل الأنبيبيبات المنوية ولا تتحول هذه الخلايا الجنسية مره واحدة إلى حيوانات منوية بل على شكل مجموعات وعلى فترات متتابعة كما إن هناك انقسامات متتالية ودائمة ومستمرة لمولدات المنى وذلك لإنتاج أعداد كثيرة.

وعملية تكوين الحيوانات المنوية من مولدات المنى تسير على نمط واحد فى معظم أنواع الفقاريات. وتحتوى خصية الفقاريات الناضجة على عدد كبير من الأنبيبيبات المنوية والتى تحاط بنسيج أبيض مرن يسمى الغلالة البيضاء Tunica Albugineas وعند دراسة القطاع العرضى للخصية ودراسة إحدى هذه الأنيبيبات المنوية فنجد انها تبدأ بالطلائية الجرثومية germinal epithelium ثم مولدات المنى Spermatogenia فى أطوار مختلفة من الإنقسام الغير مباشر وذلك لإنتاج أعداد كبيره من مولدات المنى. ومصير هذه الخلايا هما أثنين:

(١) ان تستمر مولدات المنى فى الإنقسام لتعطى مولدات أخرى تعوض ما تحول إلى حيوانات منوية.

(٢) أو أن تتوقف عن الإنقسام لفترة قصيرة وتنمو ويصبح حجمها أكبر قليلا من مولدات المنى وتعرف هذه الخلايا بالخلية المنوية الأبتدائيةPrimary spermatocytes.

وكلا العمليتان يسيران جنبا إلى جنب وعندما تتحول هذه الخلايا إلى خلية منوية أبتدائية تبدأ الاخير فى ان تنقسم انقساما اختزاليا لتكوين خليتين منويتين ثانويتين Secondary spermatocytes كما فى شكل (٨-٢) وبعد فترة قصيرة تنقسم الخلية المنوية الثانوية أنقساما آخر تنقسم فيه الكروموسومات إلى كروماتيدين أو إلى خليتين أصغر حجما تسمى بالطلائع المنوية spermatids والتى تحتوى على نصف العدد الزوجى الموجود فى الخلية الأصلية Haploid number. وبذلك تنشأ أربعة خلايا من الطلائع المنوية من خلية واحدة. وتتحور هذه الطلائع المنوية إلى جاميطة مذكرة تعرف بإسم الحيوان المنوى Spermatozoon ويوجد بين الخلايا المنبتة أو أمهات المنى Spermatogonia خلايا أخرى سرتولى Sertoli cells حيث تلعب دورا هاما فى تغذية الخلايا المنبتة والحيوانات المنوية وحمايه الخلايا الجنسية من المؤثرات الخارجية أو الداخلية أثناء وجودها فى الأنيبيبات المنوية.

ويوجد نسيج ضام يسمى النسيج البينى Interstitial tissues والذى يعزو إلى ظهور الصفات الجنسية الثانوية الذكرية نظرا لإفراز هرمون خاص تفرزه هذه الخلايا بالاضافة إلى ان الأنيبيبات المنوية أيضا تفرز هذا الهرمون.

وهناك عدة مراحل تمر بها الخلايا المنبتة حتى تتحول إلى حيوان منوى وهى:

- مرحلة التكاثر Multiplication

وفيها تنقسم الخلايا الجرثومية germ cells المكونة لجدار الانيبوية المنوية لتعطى أمهات المنى spermatogenia والتى تحتفظ بالشكل الكروى والصغيرة الحجم، ومصير هذه الخلايا:

أما ان تستمر فى النمو وتزيد فى الحجم وتتوقف عند الإنقسام لفترة وتعطى الخلية المنوية الابتدائية كما ذكر سابقا. أما انها تستمر هذه الخلايا فى الإنقسام لتعطى مولدات منى أخرى.

مرحلة النمو: Growth

بعد فترة وجيزة من انقسام خلايا أمهات المنى تتوقف بعض هذه الخلايا وتزداد فى الحجم والنمو وتتحرك نحو مركز الانيبوية المنوية وتسمى هذه الخلايا الجديدة بالخلية المنوية الابتدائية primary spermatocytes شكل (٨-٢).

مرحلة النضج: Maturation

وفى هذه المرحلة من النمو الجنينى يحدث أن تنقسم الخلية المنوية الأبتدائية انقساما اختزاليا لتعطى خليتين منويتين ثانويتين تحتوى كل منهما على نصف العدد الكروموسومى الموجود فى الخلية الأصلية Haploid no وهذه الخلايا أصغر من الخلية المنوية الأبتدائية ثم تنقسم الخلية المنوية الثانوية انقساما غير مباشر Mitosis لتعطى خليتين منويتين تسمى بالطلائع المنوية spermatids وهى صغيرة جدا أصغر من الثانوية وبذلك فان كل خلية منوية من أمهات المنى تعطى أربعة خلايا من الطلائع المنوية.

ويحدث تبادل المادة الوراثية بين الكروموسومات فى الإنقسام الإختزالى فى مرحلة الطور الاولى prophase I والذى يتكون من خمسة مراحل هى الطور المحبب والطور التزاوجى والطور الضام والطور التشتى والطور الابتعادى شكل (٨-٢).

وبعد مرحلة تكوين الطلائع المنوية تمر هذه الخلايا بعدة تحورات تكون فى نهايتها تكوين الحيوان المنوى وهذه المراحل هى:

وهناك أربعة مراحل لتحول الطلائع المنوية إلى حيوانات منوية كما فى شكل (٨-٤، ٨-٦) وهى:

(١) مرحلة جولجى Golgi phase

وهى تتميز بوجود حبيبات صغيرة تعرف بحبيبات قمة المنية فى داخل أغشية جولجى وهى عبارة عن تجمعات من الفجوات الصغيرة تتحد مع بعضها البعض لتكون فجوة كبيرة تظهر فى داخلها حبيبات قمة المنية وباستمرار النمو تتجمع هذه الحبيبات وتظهر كحبيبة واحدة فى داخل فجوة قمة المنية وتسمى بحويصلة قمة المنية عند ذلك Acrosomal vesicle.

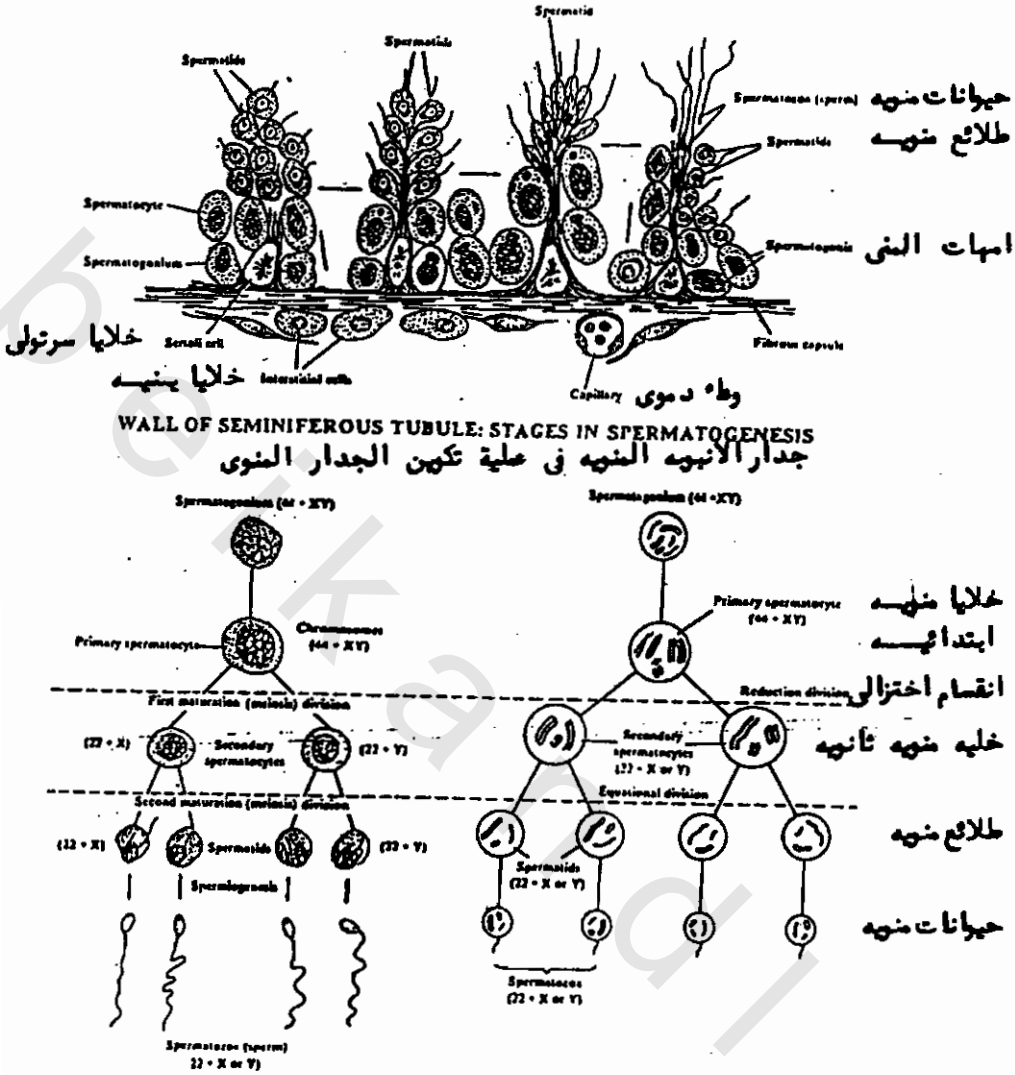
(٢) مرحلة الطوق Cap phase

فى هذه المرحلة تفقد حوصلة قمة المنية بعض السوائل التى توجد فيها ثم ترتخى وتحيط بالنصف العلوى من نواة الحيوان المنوى وتكون ما يعرف باسم طوق الرأس Head cap.

كذلك تتكمش النواة تدريجيا بسبب فقدان كمية من الماء الموجود بالأحماض النووية وبذلك توجد الصبغات الوراثية فى حيز ضيق من النواة مما يساعد على تقليل وزن وحجم الحيوان المنوى. أما بالنسبة للأجسام المركزية فان أحدهما يتحرك نحو القطب الخلفى للنواة ويعرف باسم جسم التمركز الأمامى proximal centriole والآخر جسم التمركز الخلفى (البعيد) Distal centriole وهذا يوجد عند قاعدة الذيل. ويتكون الذيل من خيط محورى يعرفAxial filament وهو عبارة عن أنبوبتين منفصليتين فى المركز وتسعة أزواج من الأنابيب مرتبه فى دائرة على مسافات متساوية حول الأنبوبتين المركزيتين .

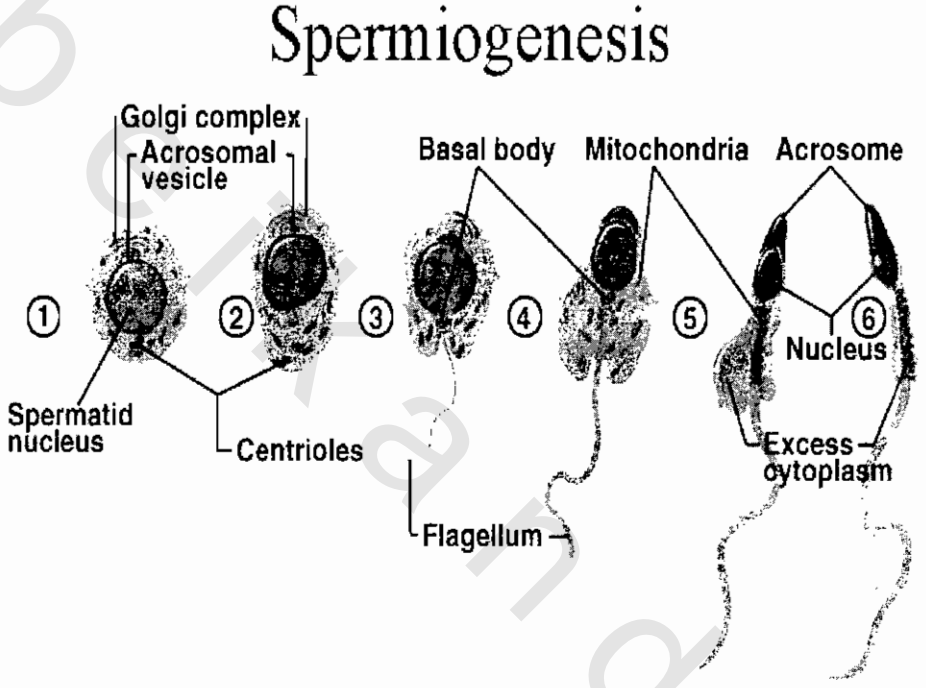
(٣) مرحلة قمة المنية Acrosomal phase

وفيها تتحرك النواة من مركز الخلية إلى الحافه ثم تستطيل وتتفلطح حسب نوع الحيوان المنوى المتكون وتندمج حبيباتها الكروماتينية ثم يبدأ الحيوان المنوى فى الاستدارة حول نفسه. أما قمة المنية فهى تأخذ أشكال وأحجام مختلفة حسب نوع الحيوان المنوى ويتجه الجسم الكروماتيدى للنواة نحو الجسم المركزى البعيد حيث يكون شكلا حلقيا عند قاعدة الذيل مكونا Ring centriol الجسم المركزى الحلقى. أما الأجسام السباحية الموجودة فى السيتوبلازم فانها تهاجر نحو قاعدة الذيل فى المنطقة الوسطى مكونه غشاء الأجسام السباحية Mitochondrial sheath الخاصة بالمنطقة الوسطى شكل (٨-٣).



شكل يوضح عملية تكوين الحيوانات المنوية

شكل رقم (٨-٣)



Changes that transform spermatids into spermatozoa

– discarding excess cytoplasm & growing tails

شكل رقم (٨-٤)

(٤) مرحلة النضج Maturation phase

وفيها تتحول الطليعة المنوية إلى حيوان منوى حيث تأخذ النواة وقمة المنية الشكل والوضع النهائى لهما حسب نوع الحيوان وفى هذه المرحلة تحيط قمة المنية بالنصف الأمامى للنواة. وتتحول كل الأجسام الكروماتينيه داخل النواة إلى كتله واحدة متجانسة والجسم المركزى الحلقى يتحرك بعيداً فى اتجاه الذيل حيث يحدد نهايه المنطقة المتوسطة للحيوان المنوى وبداية تكوين الذيل. وفى المنطقة الوسطى تتمركز الأجسام السباحية وتتخذ شكلا حلزونيا شكل (٨-٤ ، ٨-٥). وفى النهاية يحتوى السيتوبلازم على الريبوسومات والحبيبات الدهنية وأجسام سباحية متحللة وأغشية متبقية عن جهاز جولجى وهذه الكتلة التى تعرف باسم بقايا ريجود Residual body of regaud تنفصل عن الحيوان المنوى وتبقى فى تجويف الأنيبيبات المنوية أو تلتهما أنواع من الخلايا تعرف باسم خلايا سرتولى Sertoli cells.

وأثناء مراحل تحورات الطلائع المنوية تكون الطلائع المنوية المتكونة ملتصقة بجدار خلايا خاصة تسمى خلايا سرتولى نسبة إلى مكتشفها وهى خلايا جسيمة Somatic cells أى أنها تحتوى على العدد الزوجى للكروموسومات وليست مثل بقية الخلايا الجنسية التى تحتوى على العدد الفردى للكروموسـومات ويعتقد ان خلايا سرتولى لها أهمية فى:

- إمداد الطلائع المنوية والحيوانات المنوية بالمواد الغذائية التى تنقلها إليها وهى خلايا لا تنقسم فى الخصية الناضجة.
- وهى لا تتأثر بالاشعاع ولذلك فانها تقاوم أنواع كثيرة من السموم التى قد تقتل الخلايا الجنسية وأطوارها المختلفة.
- ووظيفها حماية الخلايا الجنسية من أى مؤثرات خارجية أو داخلية أثناء وجودها فى الأنيبيبات المنوية.

وأهم أحداث هذا التحور كما فى شكل (٨-٤) هى:

- أستطالة الطليعة المنوية.
- تحتوى كل طليعة منوية على نقطتين مركزيتين Centrioles مع سوط دقيق.
- تتركز المادة الوراثية الموجودة فى النواة فى المنطقة الأمامية من رأس الطليعة المنوية التى تكون رأس الحيوان المنوى فيما بعد.
- يكون جهاز جولجى الجسم القمى acrosome فى الطليعة المنوية ثم الحيوان المنوى. حيث يعمل هذا الجسم على إفراز انزيم الهياليرونيدز Hyaluronidase والذى يقوم بإذابة غشاء البويضة.
- تتجمع الأجسام السياحية حول المنطقة الوسطى للطليعة المنوية أو الحيوان المنوى فيما بعد.

الحيوان المنوى: Spermatozoon

– وبعد مرحلة النضج تتحول الطليعة المنوية إلى حيوان منوى والذى يختلف شكله من حيوان إلى آخر أختلافا كبيرا من حيث الحجم والشكل فقد يبلغ طوله ٠,٠٥ م فى الإنسان أو ٠,٠٢م فى البلانجلوسس.

– يحتوى الحيوان المنوى على جزء ضئيل من البروتوبلازم والذى يشمل جميع المواد الغذائية للحيوان أى الطاقة المخزونة له. ولذلك فان طاقته وحيويته تستمر لفترة وجيزة بعدها يصبح غير قادرا على الإخصاب.

– تتميز بحيويتها ونشاطها وقدراتها على الحركة داخل السائل المنوى الذى تفرزه الخصية والغدد الملحقة بها.

– يتحرك الحيوان المنوى في هذا السائل بواسطة الذيل وهو الجزء الخلفى له.

تركيب الحيوان المنوى:

الحيوان المنوى لمعظم الفقاريات يتركب من نمط واحد وهو يتكون من ثلاث أجزاء رئيسية هى:

(١) الرأس Head

فهو يختلف من حيوان إلى آخر فقد يكون مفلطحا أو بيضاويا كما فى الإنسان أو على شكل سيف مدبب ذو رأس كما فى الفئران أو حلزونيا كما فى الطيور والبرمائيات.

– وتحتوى الرأس على النواة وهى المسئولة عن نقل الصفات الوراثية باتحادها مع نواه البويضة وتكوين فردا جديدا.

– وتحتوى الرأس أيضا على قمة المنية Acrosome والتى تفرز إنزيم الهيالويرتيدز الذى يساعد فى عملية ذوبان غشاء البويضة وسهولة دخول الحيوان المنوى داخل جسم البويضة كما فى شكل (٨–٥).

(٢) الجزء المتوسط Middle piece

يوجد خلف الرأس مباشرة وهو متغير أما ان يكون قصيرا أو طويلا وهو يتكون من مجموعه من الأغشية أو ما تسمى بالأجسام السباحية Mitochonderia التى عاده ما تأخذ شكلا حلزونيا فى الثدييات.

ويوجد أيضا النقطة المركزية وهى أما أن تكون أمامية أو خلفية أو وسطية وتستخدم فى عملية الإنقسام أثناء اتحاد نواه الحيوان المنوى بنواه البويضة ويتكون خيط المغزل ووجود الأجسام السباحية يعزى إليها – حركة الحيوان المنوى– إنتاج الطاقة اللازمة للحركة وذلك عن طريق وجود الإنزيمات المؤكدة للمواد الغذائية.

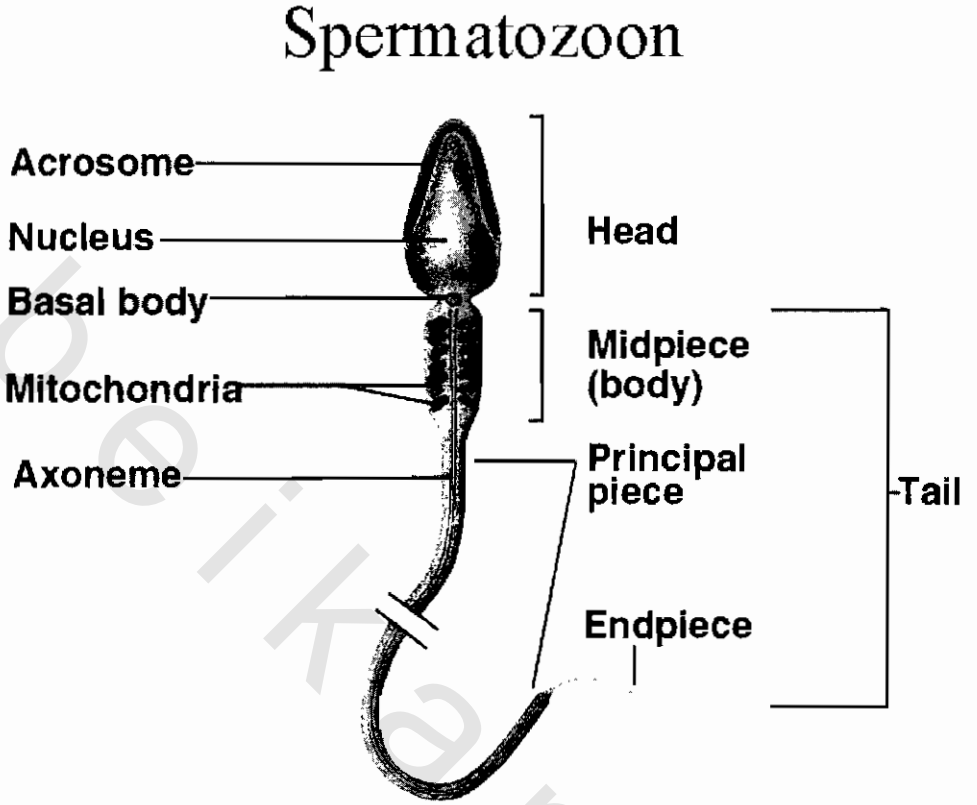
(٣) الذيل Tail

وهو أطول جزء فى الحيوان المنوى وبحركته يستطيع الحيوان المنوى ان يتحرك داخل الكتلة المنوية المقذوفة فى الجهاز التناسلى للانثى والتى تحتوى على عدة ملأيين ٢٠-٢٠٠ مليون من الحيوانات المنوية تسبح فى السائل المنوى التى تفرزه كل من الخصية والغدد الملحقة بها. شكل (٨-٥).

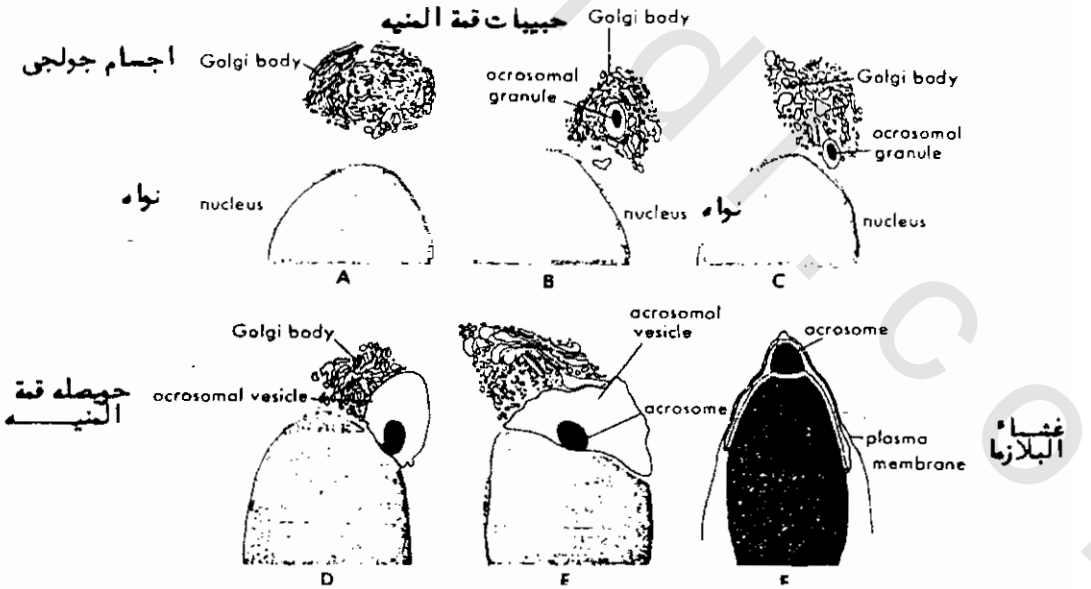
وأهم وظائف الحيوان المنوى هو:

- إخصاب البويضة وذلك عن طريق تلاقى الحيوان المنوى بالبويضة واتحادهما وتكوين الزيجوت.
- الوظيفة الاخرى الميكانيكية فعندما يصل الحيوان المنوى إلى البويضة يحثها على بدء الإنقسام وقد يتم ذلك دون اتحادهما.

obeikandl.com



شكل (٨-٥)



مراحل تطوير و تكوين قمة المنية ورأسها في جهاز جولجي أثناء تكوين الحيوانات المنوية في القط

شكل (٨-٦)

مرحلة النضج الوظيفى للحيوان المنوى Physiological Maturation of the sperm

عند اكتمال نمو الحيوان المنوى داخل الخصية لا يكون قد وصل إلى الصور النهائية للنضج سواء فى التكوين أو فى قدرته على تلقيح البويضة.

وقد وجد انه يحدث بعض التحورات الفسيولوجيه والتركيبية وتتم هذه التحورات فى الذكر كالاتى:

عند أكتمال عملية التحور للطلائع المنوية إلى حيوانات منوية تترك هذه الحيوانات المنوية الخصية حيث تمر فى أنبوبة غاية فى الطول ملتفة حول نفسها على شكل مضغوط تلى الخصية مباشرة يعرف بإسم البربخ Epididymis شكل (٨-٧) وفى معظم الثدييات ينقسم البربخ إلى ثلاثة أجزاء:

(١) الرأس Caput

(٢) الجزء المتوسط أو الجسم Corpus

(٣) الذيل Cauda

ويتم نضج الحيوانات المنوية فى الرأس والجسم أما منطقة الذيل فهو يختزن فيه الحيوانات المنوية.

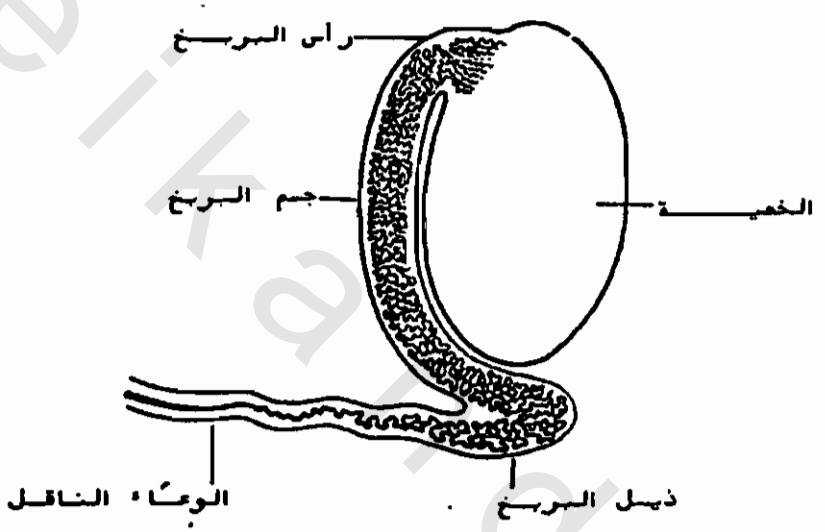
ومن أهم التغيرات التركيبية التى تطرأ على الحيوانات المنوية أثناء وجودها فى البربخ، هى ان النقطة السيتوبلازمية (وهى بقايا السيتوبلازم الذى ترك أثناء تحول الطلائع المنوية إلى حيوانات منوية داخل الخصية) تهاجر من عنق الحيوان المنوى إلى الطرف البعيد من الجزء المتوسط وعند عملية القذف تكون هذه النقطة السيتوبلازمية قد اختفت تماماً. وقد لوحظ وجود هذه النقطة السيتوبلازمية فى المنطقة الوسطى من الحيوان المنوى بعد القذف لفترات قصيرة وهذا دليل على عدم نضج الحيوان المنوى.

وقد وجد أن حيوية الحيوانات المنوية وقدرتها على الحركة تزداد كلما أبتعدت عن الرأس وجسم البربخ، وتكون درجة حيويتها فى الذيل ضعف تلك الموجودة فى الرأس والجسم، أما الحيوانات المنوية الموجودة فى الخصية فهى عقيمة لا قدره لها على التلقيح.

وقد نوه بعض الباحثين عن أحتمال وجود بعض الأفرازات مصدرها البربخ تكسو أو تغطى الحيوانات المنوية فتحميها من أى مواد ضارة قد توجهها فى المجرى التناسلى للأنثى. وتتم المراحل النهائية للنضج الوظيفى للحيوان المنوى فى داخل الجهاز التناسلى للأنثى.

وتستقر الحيوانات المنوية بين قناة البيض ورحم الأنثى فى فترة تتراوح بين عدة دقائق إلى عدة ساعات حسب نوع الأنثى وذلك حتى يصبح قادرا على الأتحاد بالبويضة ولقد سميت هذه الفترة بزيادة القدرة Capacitation period حيث تفرز قناة البيض والرحم إفرازات تؤثر على قدرة الحيوان المنوى وتنشيطه مما يجعله قادرا على إخصاب البويضة.

عند دخول الحيوانات المنوية إلى قناة البيض تزداد نشاطها حيث انها تمر بفترة زيادة القدرة للإفرازات المحدثة من قناة البيض والرحم والمهبل Vagina التى تحتوى على مواد تساعد على رفع للمستوى الإخصابى للحيوان المنوى وتحافظ على حياة الحيوان المنوى.



شكل (٨-٧) رسم يوضح العلاقة بين الخصية وأجزاء البربخ. (عن: Austin and Short 1967).

obeikandl.com