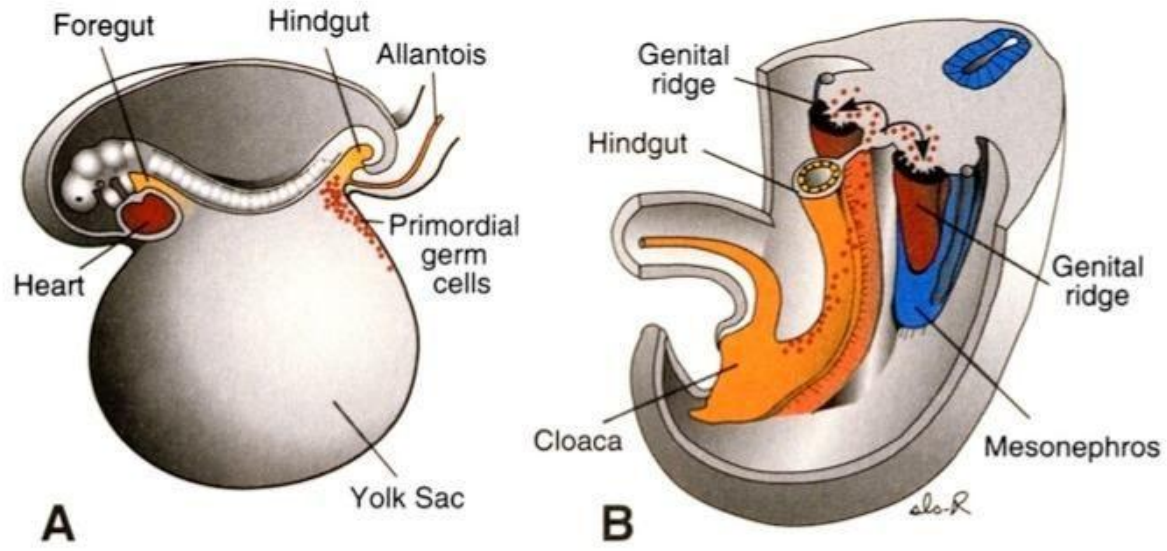
علم التكوين Embryology هو: العلم الذي يقوم بدراسة تكوين الحيوانات من الاخصاب حتى الفقس او الولادة، لذا يتوجب علينا التعرف على الإخصاب Fertilization وهو: عملية إتحاد نواة المشيج الذكري (الحيمن sperm) مع نواة المشيج الأنثوي (البيضة ovum)، وإندماج ماديتهما الوراثية لتكوين البيضة المخصبة zygote، والتي تعاني عدة إنقسامات خيطية متكررة لتتحول من خلية واحدة إلى كرة من الخلايا تنمووتتمايز الى جنين.

متى وكيف تتكون الأمشاج الجنسية Gametogenesis ؟:

بعض خلايا جدار الكيس المحي الذي يستند عليه الجنين ويعتمد عليه في توفير الغذاء خلال المراحل الاولى من النمو الجنيني، تسمى بالخلايا الجرثومية الأولية Primordial germ cells، هذه الخلايا هي خلايا جسمية تحتوي على العدد الكامل من الكروموسومات (٤٦ كروموسوم مرتبة بهيئة ٢٣ زوج من الكروموسومات Diploid، ٢٢ زوج كروموسومات جسمية وزوج واحد فقط جنسي أما XY إذا كان الجنين ذكر أو XX إذا كان الجنين أنثى). خلال الاسبوع الرابع من النمو الجنيني تهاجرهذه الخلايا بواسطة الحركة الاميبية على طول المسراق الظهري للمعي الخلفي باتجاه المناسل Gonads لتصلهما عند نهاية الاسبوع الخامس . في بداية الأسبوع السابع من الحمل تبدأ المناسل بالتمايز أما إلى خصى إذا وصلتها الخلايا الجرثومية الأولية الحاوية على XY، أو تتمايز إلى مبايض إذا وصلتها خلايا جرثومية أولية ذات الـ XX.

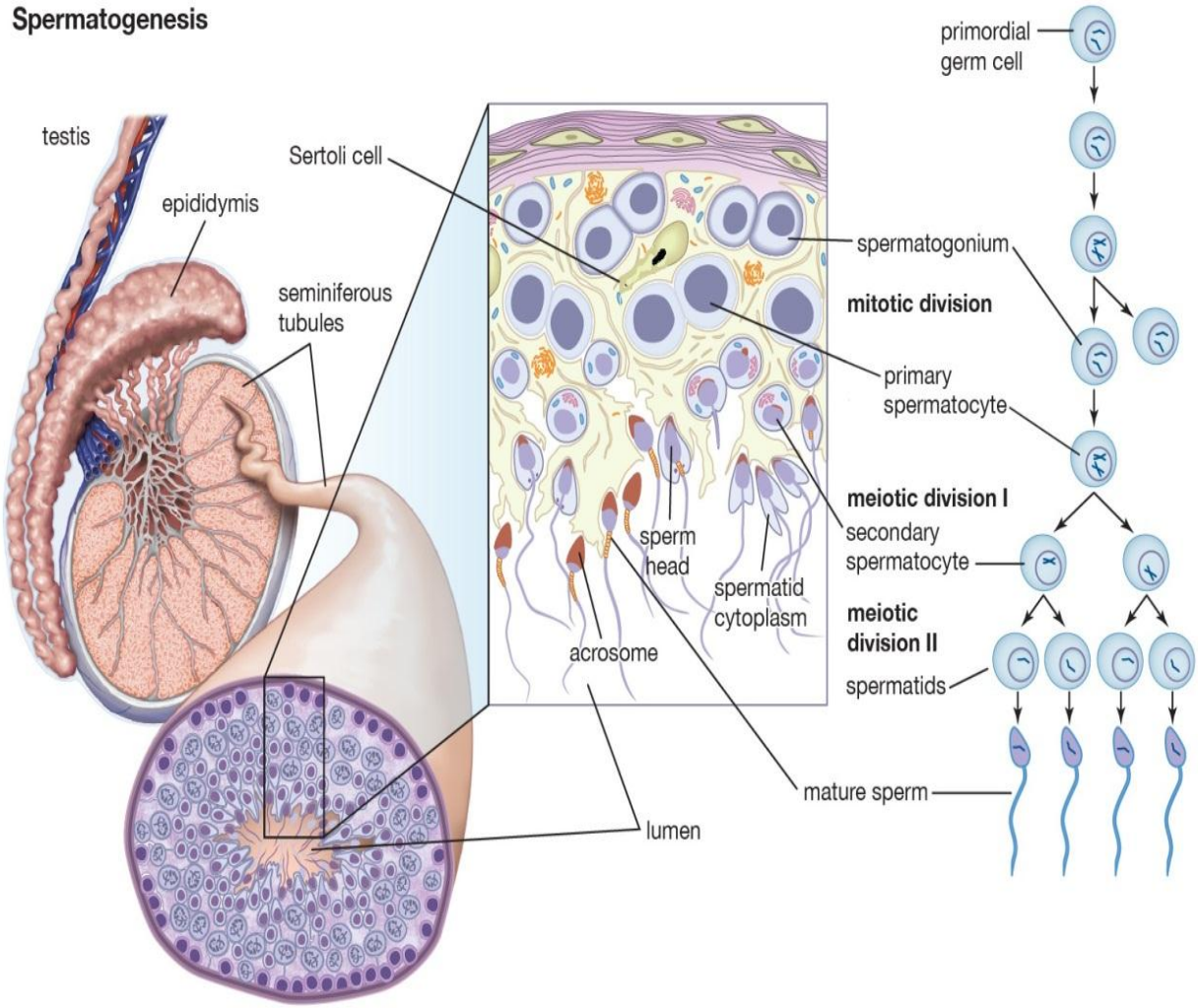


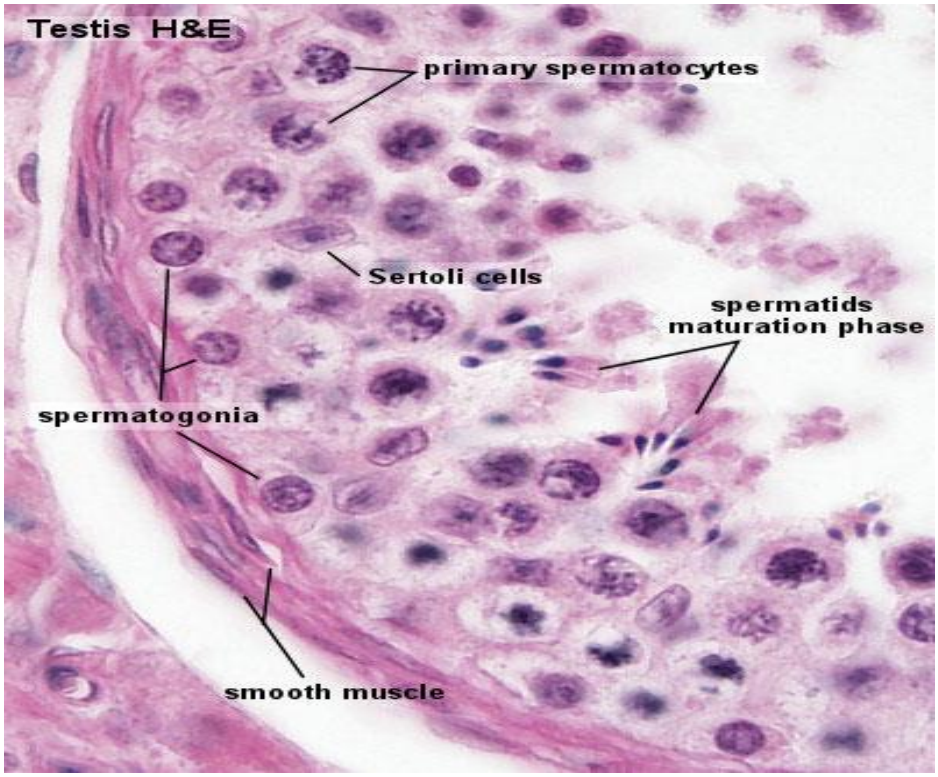
A. A 3-week-old embryo showing the primordial germ cells in the wall of the yolk sac close to the attachment of the allantois. B. Migrational path of the primordial germ cells along the wall of the hindgut and the dorsal mesentery into the genital ridge.

تكوين الحيامن Spermatogenesis:

إذا كان جنس الجنين ذكر، فأن الخلايا الجرثومية الواصله للمناسل تحمل الزوج الكروموسومي الجنسي XY، وتحت تأثير الكروموسوم Y تترتب خلايا الخصى بشكل حبال جنسية صلدة، ثم تصبح هذه الحبال مجوفة مكونة النبيبات المنوية Seminiferous tubules.

١. نطلق على الخلايا الجرثومية الأولية بعد وصولها الى الخصى بأمهات الحيامن Spermatogonia، والتي تمر بسلسلة كبيرة من الأنقسامات الخيطية المتكررة الهدف منها زيادة عددها.
٢. نصف عدد أمهات الحيامن تكبر بالحجم وتتمايز إلى نوع أخر من الخلايا الجنسية تسمى الخلايا الحيمنية الابتدائية Primary spermatocyte (وهي كذلك تحمل ٢٢ زوج من الكروموسومات الجسمية وزوج كروموسوم جنسي هو XY) (Diploid)
٣. تضاعف الخلية الحيمنية الابتدائية محتواها من الـ DNA إستعداداً للدخول في المرحلة الأولى من الإنقسام الإختزالي Meiosis (تبقى عد الكروموسومات ٢٣ زوج من الكروموسومات ولكن كمية المادة الوراثية في داخل هذه الكروموسومات تتضاعف). الهدف من الانقسام الإختزالي هو إختزال عدد الكروموسومات إلى النصف أثناء تكوين الأمشاج، لأن كل مشيج ذكري مقدر له أن يتحد مع مشيج أنثوي فيعود العدد الكروموسومي كامل في البيضة المخصبة. وتبقى ساكنة في هذة المرحلة حتى مرحلة البلوغ.
٤. بفعل الهرمونات الجنسية الذكرية عند البلوغ، تكمل الخلية الحيمنية الإبتدائية المرحلة الأولى من الإنقسام الإختزالي، لتعطي خليتين حيمنيتين ثانويتين 2 Secondary spermatocytes، كل خلية تحتوي على ٢٣ كروموسوم مفرد وليست زوج (Haploid). أي أن المرحلة الأولى من الإنقسام الإختزالي أدت إلى تنصيف أزواج الكروموسومات من ٢٣ زوج في الخلية الحيمنية الإبتدائية إلى ٢٣ كروموسوم في كل من الخليتين الحيمنيتين الثانويتين.
٥. تدخل كلا الخليتين الحيمنيتين الثانويتين المرحلة الثانية من الإنقسام الإختزالي دون تضاعف للـDNA لتنتهي هذه المرحلة بتكوين أربعة خلايا تدعى بأرومات الحيامن Spermatids. وكل أرومة تحتوي على ٢٣ كروماتيد. أي أن المرحلة الثانية من الإنقسام الإختزالي أدت إلى تنصيف الكروموسوم من ٢٣ كروموسوم في الخلية الحيمنية الثانوية إلى ٢٣ كروماتيد في كل من أرومتي الحيامن (Haploid). تطمر أرومات الحيامن نفسها في سايتوبلازم خلايا خاصة توجد ضمن نسيج النبيب المنوي تدعى خلايا سرتولي Sertoli cells لتحصل على الغذاء.


Spermatogenesis
testis
epididymis
seminiferous tubules
Sertoli cell
spermatogonium
mitotic division
primary spermatocyte
meiotic division I
secondary spermatocyte
meiotic division II
spermatids
primordial germ cell
sperm head
spermatid cytoplasm
acrosome
mature sperm
lumen


Testis H&E
primary spermatocytes
Sertoli cells
spermatids maturation phase
spermatogonia
smooth muscle

ملاحظات مهمة عن تكوين الحيامن:

- المحصلة النهائية للإنقسام الإختزالي للخلية الحيمنية الإبتدائية هي أربع أرومات نطف.
- تقع أمهات الحيامن اسفل المحيط الخارجي لمقطع النبيب المنوي مباشرةً، وتكون مضلعة الشكل.
- تكون الخلايا الحيمنية الإبتدائية أكبر الخلايا حجماً في مقطع النبيب المنوي، كروية الشكل وتمتاز بنواتها الغامقة اللون لكثافة المادة الكروماتينية المتضاعفة لبدء الانقسام الاختزالي.
- تقع الخلايا الحيمنية الثانوية مباشرةً أسفل الخلايا الحيمنية الإبتدائية، وتكون متقاربة وحجمها نصف حجم الخلية الحيمنية الإبتدائية ونواتها أفتح لوناً من نواة الخلية الإبتدائية.
- تقع أرومات النطف بالقرب من تجويف النبيب المنوي وتتميز بشكلها البيضوي الى المغزلي الصغير ولونها الفاقع.
- تتحرر الحيامن الناضجة إلى تجويف النبيب المنوي.

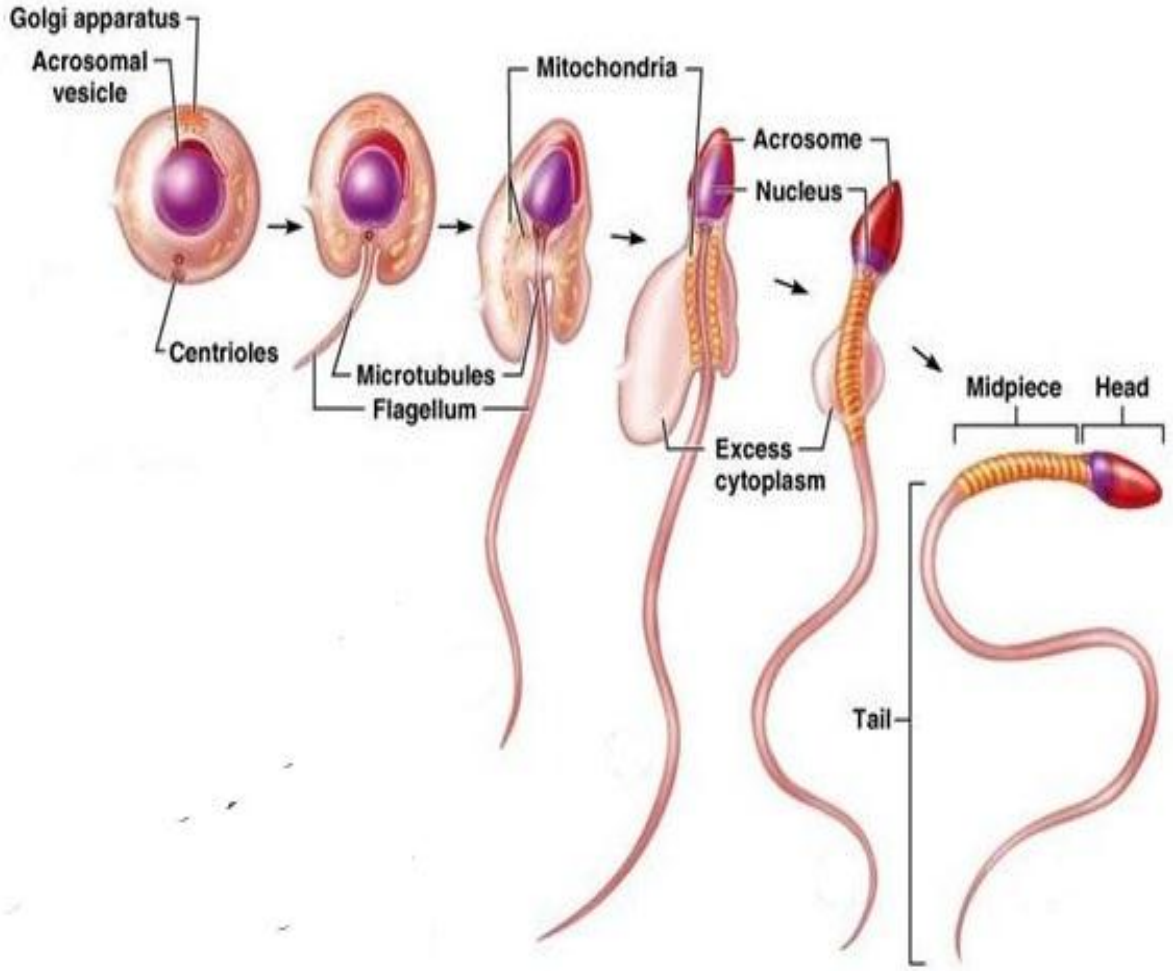
التحول الحيمني Spermiogenesis:

تدخل ارومات الحيامن في سلسلة من التغيرات تقود في النهاية الى تكوين حيامن ناضجة Mature sperms تنطلق بعد تمايزها من مناطق التصاقها مع خلايا سرتولي لتدخل الى تجويف النبيبات المنوية ، وحينذاك تكون ناضجة تركيبيا وليس وظيفيا ، اذ لا زالت قدرتها على الحركة والاخصاب محدودة .

ومع تقلص جدار النبيب المنوي فانها تندفع بأتجاه البربخ Epididymis ، وفيه تكتسب الحيامن القدرة على الحركة. اما المرحلة الاخيرة فهي التمكين Capacitation وتحدث داخل الانثى، حيث يكتسب الحيوان المنوي القدرة على الاخصاب عند تعرضه لسوائل القناة التناسلية الانثوية بعد الجماع.

يمكن تلخيص التغيرات التي ترافق التحول الحيمني بما يأتي :

١. تكوين الجسيم الطرفي Acrosome من تجمع الجسيمات الحالة بشكل حويصلة تحيط بالنصف الأمامي للنواة.
٢. في القطب المضاد للجسيم الطرفي وأسفل النصف الخلفي للنواة يقع المريكزان Centrioles وسيتكون منها السوط Flagellum.
٣. تتكثف النواة وتتسطح وتندفع الى الاعلى نحو غشاء الخلية مكونةً رأس الحيمن Sperm head.
٤. يتوزع السايتوبلازم بشكل طبقة رقيقة تغطي النواة ثم تخصر ضيق اسفل النواة يسمى العنق Sperm neck وقطعة وسطية Middle piece غنية بالمايتوكندريا والمرتبة حلزونياً حول قاعدة السوط.


Golgi apparatus
Acrosomal vesicle
Centrioles
Microtubules
Flagellum
Mitochondria
Acrosome
Nucleus
Excess cytoplasm
Midpiece
Head
Tail