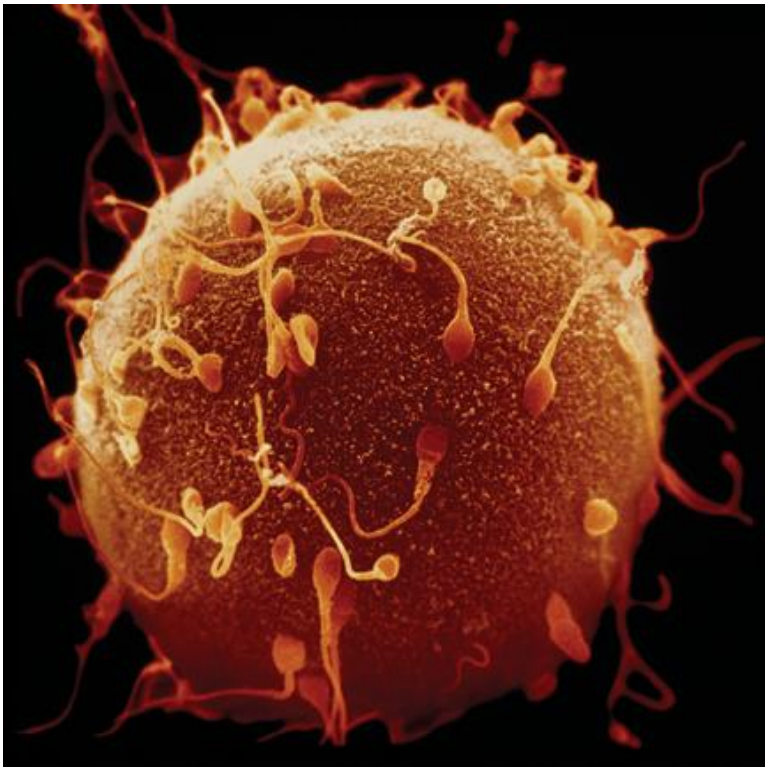
جامعة حماه

كلية الهندسة الزراعية

قسم الإنتاج الحيواني

فيزيولوجيا التناسل



السنة الخامسة

إعداد : د. نزار سليمان

العام الدراسي ٢٠١٨ . ٢٠١٩

نظرة تاريخية على فيزيولوجيا التناسل:

طالما أن البيضة الملقحة تنشأ من اتحاد العروس الذكرية بالعروس الأنثوية، لذلك فان دراسة التطور المؤدي إلى تشكل الأعراس في المناسل تكون القسم الأول من علم الجنين والولادة. ولقد كان علم الجنين، شأنه في ذلك شأن العلوم الأخرى، في البدء علما وصفياً، يقتصر على وصف حادثات التشكل في متعضيةٍ من المتعضيات وبخاصةٍ عند الإنسان. ولكن سرعان ما انتقل هذا العلم إلى المرحلة المقارنة، حيث وازن الباحثون بين حادثات التشكل في متعضيات مختلفة.

وفي مطلع القرن الماضي أصبح علم الجنين علما تجريبيا، ولم يعد الباحث يكتفي بملاحظة ما يحدث، إنما دفعه فضوله لأن يبدل في ظروف الحادثة. أما في الوقت الحاضر فيحاول علم الجنين تفسير معطيات علم الجنين الوصفي وعلم الجنين التجريبي على أساس جزيئي. وتقع الدراسات التي تجري حاليا في نطاق علم الجنين بمفهومه الحالي تحت عنوان علم الجنين الجزيئي (Molecualr embryology).

لقد مر علم الجنين بالمراحل الثلاث – الوصفية والتجريبية والجزيئية – التي مر بها علم الخلية. ولقد بدأت المرحلة الوصفية منذ أيام اليونان. فلقد اعتقد الفيلسوف (Aristotle) عام 350 قبل الميلاد أن الجنين يتشكل من "بذرة" تأتي من الأب، وأن وظيفة الأم هي فقط حضن هذه البذرة. فالعنصر المبدع أو شكل الفرد المتشكل يأتي إذن من الأب وتقدم الأم المادة، التي تعطي هذا الشكل معنىً ملموساً. ودرس تشكل جهاز الدوران في هذا الجنين ، كما وصف أغشية الجنين وتغذيته داخل الرَحِم ووضعيته بالقناة التناسلية. كما وضح بعض الأسباب التي تؤدي إلى الإسقاط الجنيني عند الغنم والخنازير.

ذكر هيبوقراط (Hippocrates) عام ٣٨٠ ق.م الحالات التي تستدعي تقطيع الحميل.

خلال العهد البيزنطي اهتدى العالم أبسورتوس (Apsyrtus) عام ٤٠٠م إلى طرق كثيرة لعلاج انقلاب الرَحِم وكيفية خياطة الشفاه التناسلية بخيوط جراحية بعد رد الرَحِم المقلوب.

أما خلال العصور الوسطى لقد بقي علم الجنين كغيره من العلوم البيولوجية، بعيدا عن أي بحث علمي حقيقي، هذا إذا ما استثنينا ما اتصل منها بالطب حيث كان العلماء العرب يكتبون الموسوعات عن ملاحظاتهم ودراساتهم في هذا النطاق وعلى هذا الأساس اكتشف ابن النفيس الدورة الدموية الصغرى، وأسهم أطباء عرب أخرون ببعض الدراسات الحيوية إسهاماً غير مباشر. قام الطبيب البيطري أبو بكر الناصري في القرن الرابع عشر في العصر المملوكي بوضع كتب

في المجال البيطري وأشار في كتابه الثامن إلى الإنقلابات الرَحِمية والمهبلية والعقم وإسقاط الجنين وكيفية استعمال المزلقات لتسهيل الولادة وبحث في تقطيع الحميل.

في عام ١٦٥١ أشار الباحث (Harvey) إلى ملاحظات هامة في نطاق علم الجنين كانت على درجة كبيرة من الأهمية حيث أكد أن الجنين يتشكل من البيضة تشكلا تدريجيا، وأن االبيضة ليست مجرد غذاء لتشكيل مادة الجنين. و على هذا الأساس وضع حجر الأساس الأول في بناء نظرية التشكل المتدرجEpigenesis.

في عام ١٦٧٢ اكتشف (De Graaff) بقعاً صغيرة على سطح مبيض الثدييات، و اعتقد أن هذه البقع هي البيوض نفسها. ولكن تبين فيما بعد أن هذه البقع هي الجريبات، التي تحيط بالبيوض أثناء مراحل تشكلها، ولهذا يُطلق اليوم على هذه الجريبات اسم جريبات غراف.

وفي عام ١٦٧٤ صمم العالم (Leuwenhoek) مجهره البسيط واستطاع أن يكتشف نطفة الإنسان.

و في عام ١٨٢٧تم اكتشاف بيضة الثدييات ضمن جريب ديغراف من قبل (Von Baer).

يعد وضع القانون الحيوي الوراثي Biogenetic law أو ما سمي في الماضي بقانون بير، عام ١٨٢٨من قبل (Von Baer) حدثا هاما جدا في تاريخ علم الجنين.

كما أنه تم في عام 1839وضع أسس النظرية الخلوية من قبل (Schwann et Scheiden).

في عام ١٨٥٩نشر Darwin كتابه "أصل الأنواع " الذي تضمن نظرية التطور والإصطفاء الطبيعي.

في عام ١٨٧٠ قام العالم الإيطالي (Spalanzani) بتطبيق التلقيح الإصطناعي على الكلاب.

و في عام ١٨٧٥ اكتشفت حادثة الالقاح من قبل (O Hertwig).

و بدءا من عام ١٨٨٠تقريبا أخذ علم الجنين الوصفي يدخل المرحلة التجريبية على أيدي كل من (Weismann) و و (Driesch) و (Roux) و آخرين غيرهم. وكما أشرنا سابقا، فان الباحثين في علم الجنين التجريبي لم يكتفوا بالملاحظة، إنما جزأوا البيضة وعزلوا أقسامها بالنبذ، وقطعوا الأدمة الأصل إلى أجزاء، كل ذلك في سبيل الوصول إلى فهم أفضل لآلية حادثات التشكل

في عام ١٨٩٠ قام العالم الإنكليزي (Walter Heape) بأول عملية نقل جنين من أرنب إلى أرنب آخر وحصل على نسل بهذه الطريقة.

في عام ١٩١٢ وضع العالم (Lvanov) الأسس العلمية للتلقيح الإصطناعي.

في عام ١٩٣٥ قام العالمان (Enzman and Pincus) بإثبات إمكانية النضج التلقائي للبويضات في الأوساط الصنعية.

في عام ١٩٥٠ قام الباحث (Willet) بإجراء نقل وزراعة الأجنة عند الأبقار بطريقة جراحية.

في عام ١٩٦٠ قام الباحث(Mutter) بإجراء نقل وزراعة الأجنة بطريقة غير جراحية.

في عام١٩٧٨ وُلِدت الطفلة ليزا بالإخصاب المختبري بفضل العالمين (Stepto and Edwards).

❋ ❋ ❋ ❋ ❋ ❋

مدخل في فيزيولوجيا التناسل

تعريف: يعرف مصطلح فيزيولوجيا التناسل على أنه العلم الذي يدرس تكاثر الكائنات الحية وزيادة عدد أفرادها والذي يؤدي للحفاظ على استمرار وجود الأنواع الحية. وتمتلك عملية التناسل أهميةً خاصةً عند الحيوان لأنها العامل الأهم في إنتاج المواليد والحليب والصوف والبيض. لقد **تطور** علم التناسل في العقود الأخيرة بالتوازي مع التطور الكبير في العلوم الأخرى وذلك نتيجةً لـ:

١. اكتشاف الهرمونات الجديدة كالعوامل المُطْلِقَة للهرمونات (GnRh) التي يُفرزها الهيبوتلاموس واكتشاف البروستاغلانديات و الإندورفينات.
٢. اكتشاف التركيب الكيميائي لهرمونات الغدة النخامية والهيبوثلاموس واكتشاف مستقبلاتها وامتلاك القدرة التقنية على تصنيعها (تخليقها) كيميائياً.
٣. ابتكار طرق جديدة وفعالة لتحديد التراكيز الصُغرى للهرمونات وذلك باستخدام الطرق الأنزيمية فمثلاً صار بالإمكان إثبات الحمل بقياس مستوى البروجسترون في الحليب في الأسبوع الثالث من الإخصاب.
٤. التقدم التقني في مجال حفظ المادة الحية بالتجميد مثل حفظ السائل المَنَوي والبويضات. بالإضافة لتطور بيوكيمياء التجميد أي استخدام الأوساط والمواد الفعالة التي تمنع حدوث التفاعلات الضارة بالخلايا الحية.
٥. اكتشاف الآليات الهرمونية العصبية الناظمة للنضج الجنسي ومعرفة التغيرات الدورية في العمليات الجنسية كالحمل والولادة وإدرار الحليب والذي أتاح من الناحية التطبيقية التحكم في مواعيد الحمل والولادة وذلك بالتحكم بدورات الشبق لدى إناث الحيوانات.

إن أبسط مثال على التقدم التقني في علوم التناسل هو استخدام التلقيح الاصطناعي عند الأبقار والذي أدى إلى تحسين ماشية الحليب على مستوى العالم.

جَهَاز التناسل:

منشأ وتطور الجَهَاز التناسلي:

بالرغم من أن الجَهَاز البولي والجَهَاز التناسلي لا يتشاركان إلا بشكل محدود بعد الولادة لكنهما يكونان على علاقة وثيقة خلال التطور الجنيني حيث يعتمد كل منهما على الآخر.

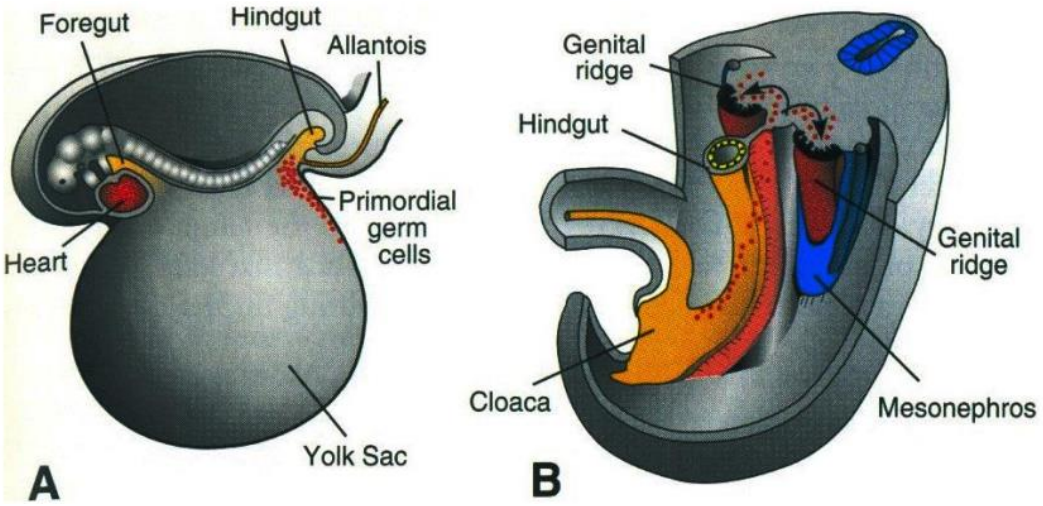
يتم تحديد جنس الجنين وراثياً منذ حادثة الإلقاح ويرتبط ذلك بجنس الحيوان المنوي المُخصِب للبويضة.إلا أن الأقناد (المناسل) لا تكتسب ميزاتها الجنسية قبل الأسبوع السابع من التطور الجنيني حيث تكون الأنسجة البادئة قبل مرحلة التمايز الجنسي واحدة عند الجنسين حيث يكون نمو الجهاز التناسلي واحداً عند الذكر وعند الأنثى إذ تكون الأقناد والطرق التناسلية غير متمايزة شكلياً.

يبدأ تطور الأقناد من عدة مصادر خَلَوية أهمها الخلايا المنشئة الأصلية التي تبدأ بالظهور في خلال الأسبوع الرابع بعد الإخصاب في جدار الكيس المحي، ثم تهاجر على طول المساريقا الظهرية للمعي الخلفي وتصل على بداءات الأقناد خلال الأسبوع الخامس.ويساعد الخلايا المنشئة الأصلية على هجرتها قدرتها على الحركة الأميبية وإفراز الأقناد لمواد كيميائية جاذبة تنظم وتجذب هذه الخلايا.تسلك هذه الخلايا طريقاً يحاذي القناة السرية ثم جدار المعي الخلفي.في البداية يكون عدد هذه الخلايا خمسين وعند وصولها إلى المناسل يتجاوز عددها ٤٠٠ خلية ثم تصبح ١٠٠٠ بعد فترة قصيرة من وصولها إلى الأقناد

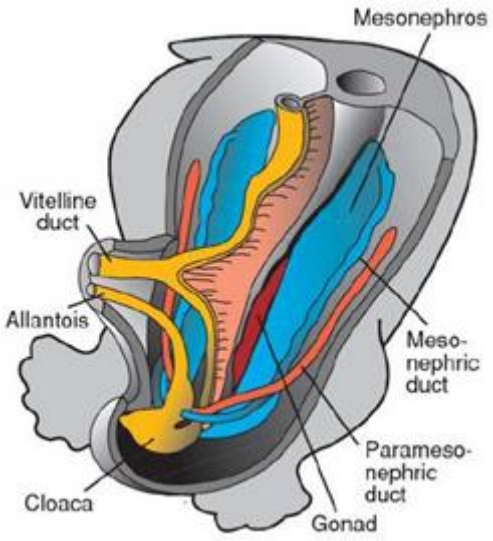
تنمو الأقناد غير المتمايزة على شكل عرف تناسلي في الأسبوع الخامس وعد وصول الخلايا المنشئة الأصلية تختلط مع خلايا العرف والذي يتطور إلى بداءة منسلية مكونة من لب وقشرة ، ويؤدي تكاثر الخلايا الظهارية للبداءة المنسلية إلى نشوء الحبال الجنسية الأولية التي تشكل شبكة من الدعامات الخلوية مع أنابيب الكُلَيَة الوسطى وتسمى هذه الدعامات بالشبكة المنسلية.

في المرحلة غير المتمايزة للجنين البدائي يتألف الجَهَاز التناسلي من :

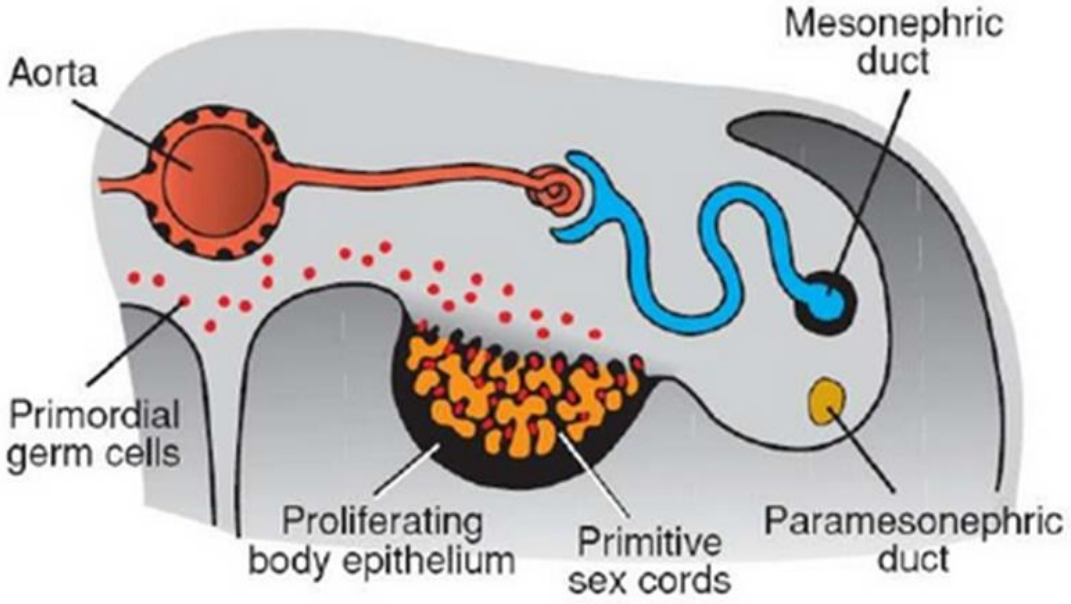
١. زوج من الأقناد (gonads).
٢. زوجين من القنوات هما قناتا وولف وقناتا موللر.
٣. الجيب البولي التناسلي.
٤. التحدب التناسلي.
٥. الثنيات الدهليزية.



الشكل (١) نشوء الخلايا المنشئة الأصلية (Primordial Germ Cells) في جدار كيس المح في الأسبوع الرابع وهجرتها إلى العرف التناسلي (Genital Ridge)، ويلاحظ غشاء المقذرة(Cloacal Membrane) والذي ينقسم لاحقاً بواسطة الحاجز البولي المستقيمي إلى غشائين هما الغشاء البولي التناسلي و الغشاء الشرجي.



شكل (٢) يوضح هذا الشكل العلاقة بين الأقناد (Gonads) والكُلَيَة المتوسطة لاحظ أن قناة الكُلَيَة المتوسطة (Mesonephric Duct)(قناة وولف) تمتد على الجانب الوحشي للكُلَيَة المتوسطة باللون الأزرق، أما القناة جَنيبُ الكُلَيَة المتوسطة (Paramesonephric Duct)، (قناة موللر) تتوضع وحشياً من قناة وولف



شكل (٣) يوضح هجرة الخلايا المنشئة الأصلية (Primordial germs cells) إلى القُند (Gonad) وتشكل الحبال الجنسية الأولية (Primitive sex cords)

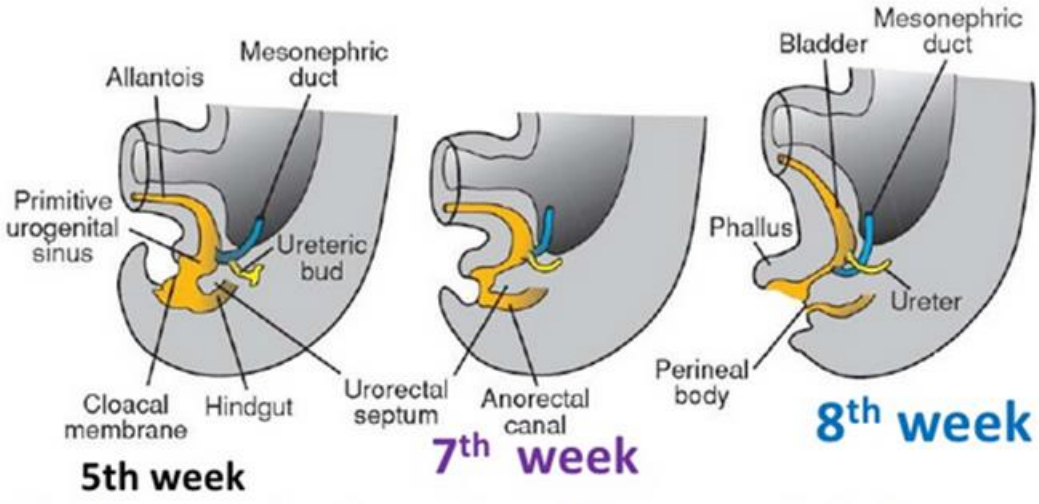
يبدأ تمايز المنسل خلال الأسبوع السابع من الحمل بحسب الجنس الوراثي للجنين فإذا كان الجنين ذكراً سيتحول القُنْدُ إلى خصية أما إذا كان أنثى فسيتحول إلى مبيض

يوجه المركب الصِبْغيّ الجنسي للجنين (Y) تمايز المناسل والطرق والأعضاء التناسلية الخارجية. فعند الجنين المذكر وراثياً يؤدي الصِبْغيّ (Y) إلى تمايز الحبال التناسلية الأولية في الأقناد إلى أنابيب منوية وتتشكل الخُصْيَتان. أما غياب الصِبْغيّ (Y) يؤدي إلى تمايز المناسل إلى المبيضان.

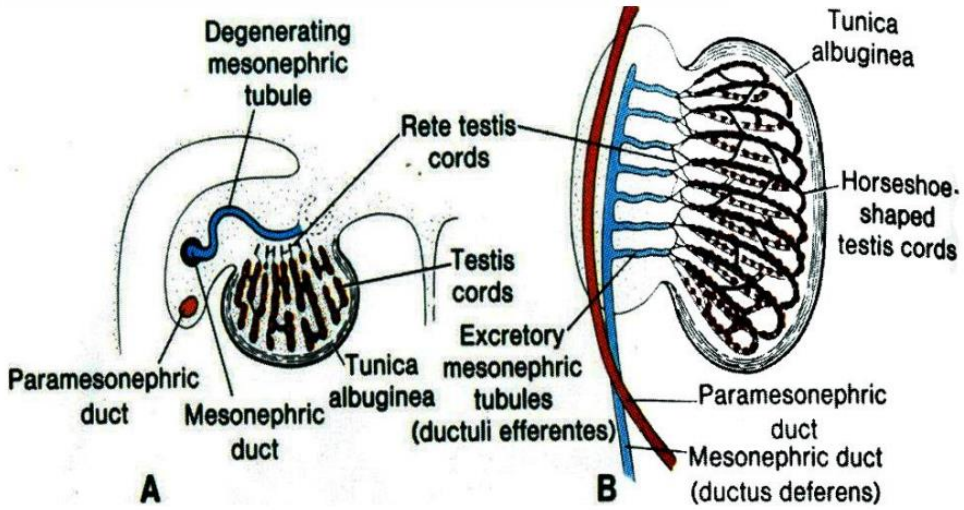
بعدما يكتسب المنسل صفته الذكرية تبدأ الخلايا الخلالية (ليديغ) بإنتاج مركبين هامين هما:

١. المادة المحرضة ـ المثبطة حيث تحرض قناة وولف على التمايز بالإتجاه الذكري وتثبط قناة موللر وتمنعها من التمايز إلى الإتجاه الأنثوي.

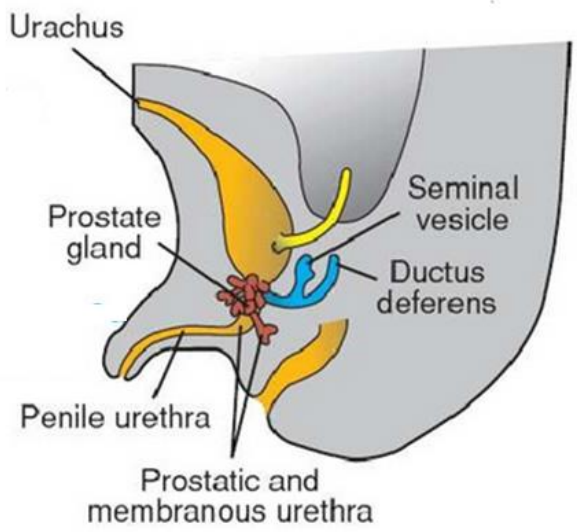
٢. الهرمونات الذكرية (أندروجينات) التي تؤدي إلى تمايز بداءات الطرق والأعضاء التناسلية الخارجية بالاتجاه المذكر.



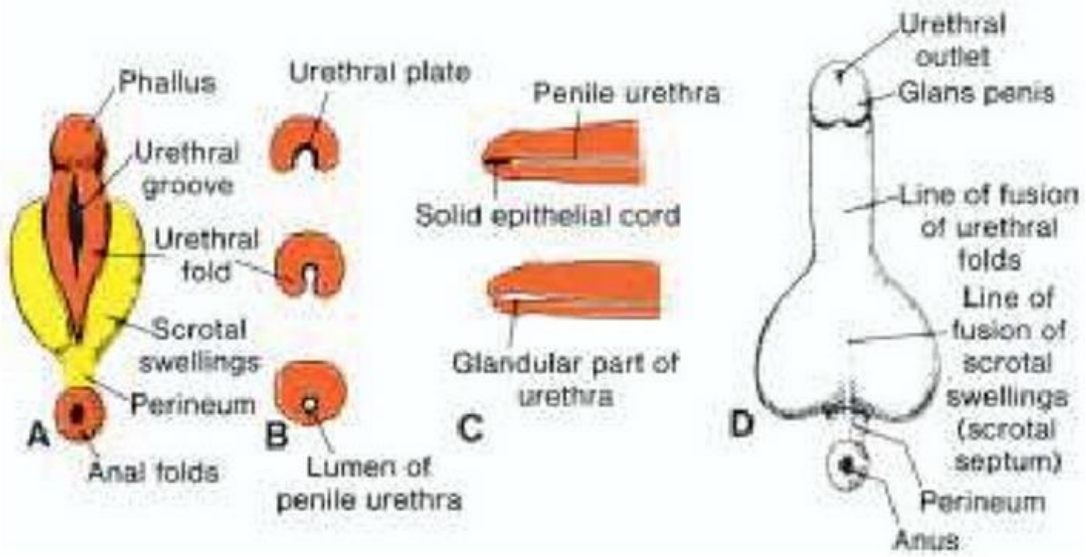
شكل (٤) يوضح نمو الحاجز البولي المستقيمي (Urorectal Spectum) والذي يُقسَم غشاء المقذرة (Cloacal Membrane) إلى غشائين هما الغشاء الشرجي في الخلف والغشاء البولي التناسلي في الأمام. ويشكل هذا الحاجز الجسم العِجاني (Perineal Body). يُغلق الغشاء البولي التناسلي الجيب البولي التناسلي البدائي (Primitive Urogential Sinus) وبجواره من الناحية الخارجية يوجد تحدب القضيب (Tubercle of Phallus).



شكل (٥) يظهر الأنابيب المتبقية بعد ضمور الكُلَيَة الوسطى (Exceretory Mesonephric Tubules) والتي تتمايز إلى القنوات الصادرة التي تقوم بالوصل بين الشبكة الخصوية وقناة وولف.أما القناة جَنيب الكُلَيَة المتوسطة (موللر) فتضمر ولا يبقى منها إلا الزائدة الخصوية والهضبة المنوية.



شكل (٦) تمايز الجهاز التناسلي عند الذكور وتشكل غدة البروستات (Prostate Gland) والإحليل القضيبي (Penile Urethra) والقنوات الناقلة للنطاف (Ductus)

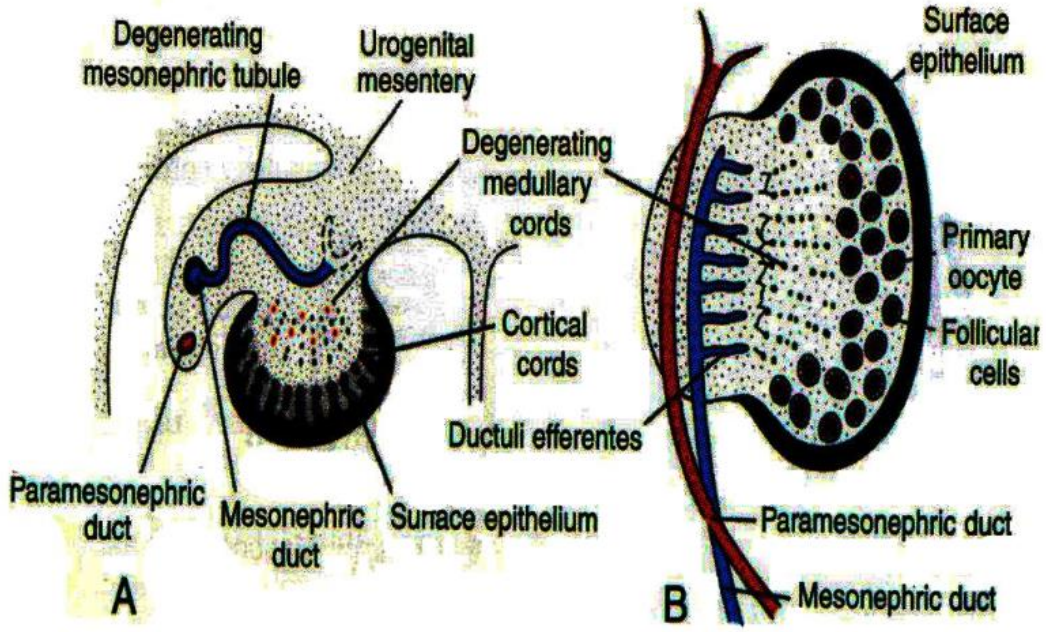


الشكل (٧) تطور الأعضاء التناسلية المذكرة الخارجية حيث تتطور الحديبة التناسلية (Genital Tubercule) إلى القضيب أما الانتباجان التناسليان (Scrotal Swellings) (الصفويان) فيشكلان كيس الصفن أما الميزابة الإحليلية (Uretheral Groove) التي تنمو مع نمو القضيب فتنغلق لتشكل الإحليل القضيبي (Penile Urethra).

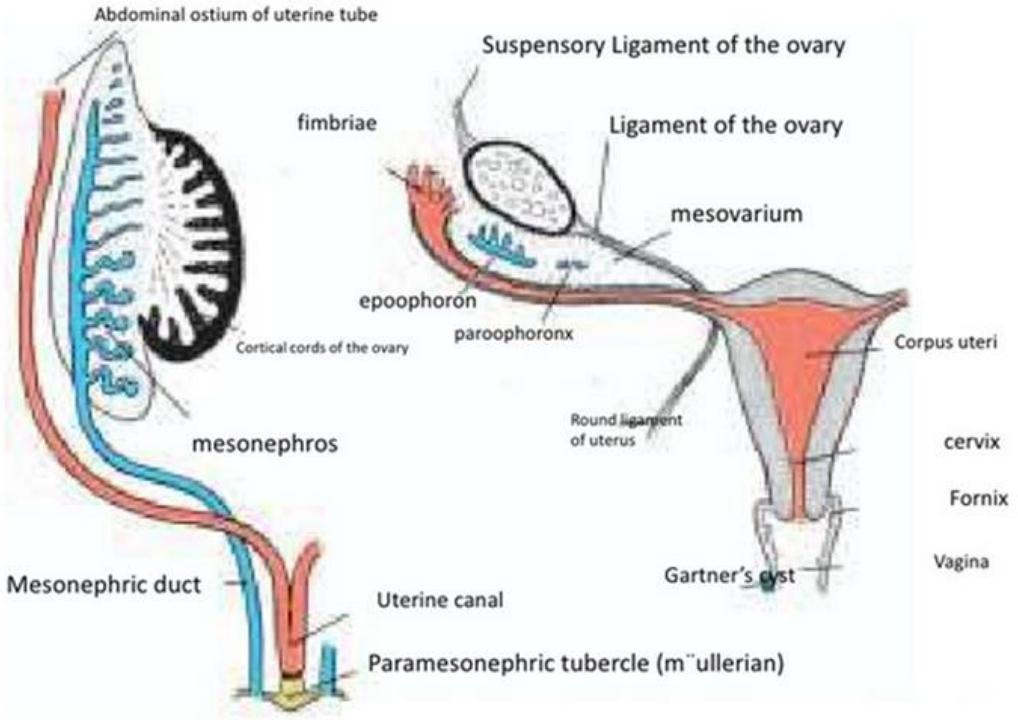
يتمايز الجيب البولي التناسلي إلى الإحليل والبروستات وغدة كوبر.وتتمايز الحدبة التناسلية إلى القضيب وتتمايز الثنيات الدهليزية إلى الحشفة. وتتمايز قناتا وولف إلى البربخ الأوعية الناقلة للنطاف والحويصلين المنويين ويتمايز المنسل إلى الخُصْيَة.

في حال غياب الصِبْغيّ (Y) سيكون جنس المضغة أنثى من الناحية الوراثية (ليس من الناحية الشكلية) فلا يُنْتِج المنسل المادة المحرضة . المثبطة ولا الهرمونات الذكرية حيث تبقى الأستروجينات المشيمية هي المسيطرة والذي يؤدي لتطور قناتي موللر وتراجع قناتي وولف.

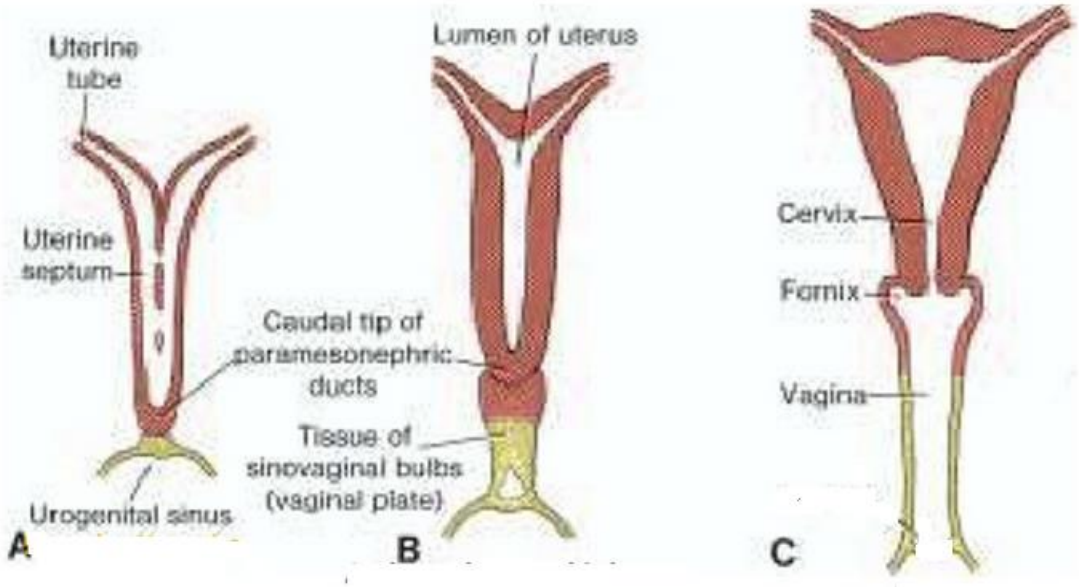
تتمايز قناتا موللر في الجنين الأنثى إلى قناتي فالوب والرَحِم والأخماس الأربعة الأمامية من المَهْبِل.أما الجيب البولي التناسلي فيشكل الخمس الخلفي من المَهْبِل والإحليل ويتمايز التحدب التناسلي إلى البَظْر وتتمايز الثنيات الدهليزية إلى الشفاه التناسلية (الشُفْرَين)، أما المبيض فينشأ من تطور المنسل.



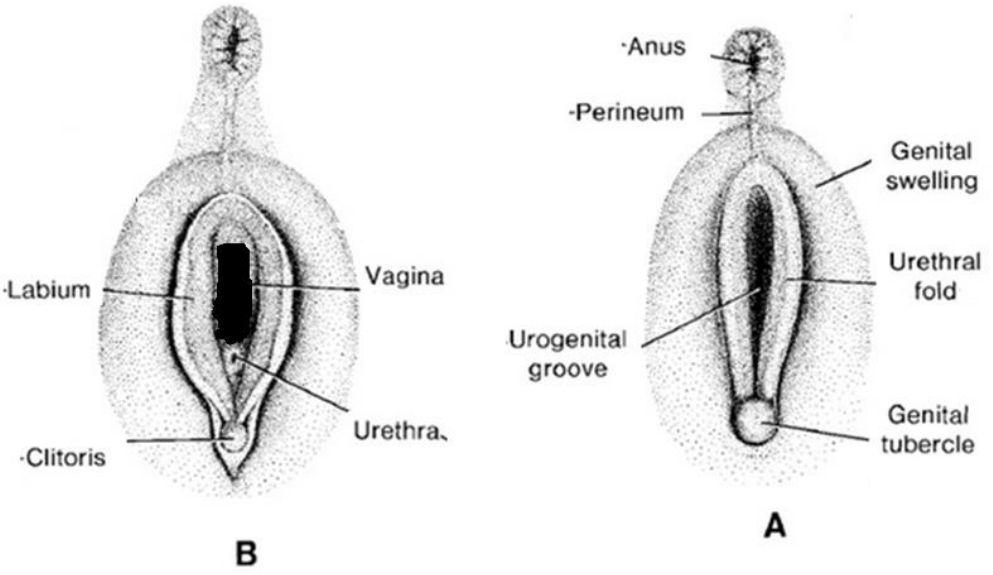
شكل (٨) تطور المبايض والقناة الناقلة للبيوض حيث يظهر في المبايض جزر الخلايا الجريبية ، وتضمر كل من شبكة أنابيب الكُلَيَة المتوسطة وقناة وولف ولا يبقى أي ارتباط بين المبيض والطرق التناسلية.



شكل (٩) يوضح تمايز قناتي موللر إلى القناة الناقلة للبيوض والرَحِم وأجزاء من المهبل.



شكل (١٠) يوضح تطور الرَحِم وعنق الرَحِم والمهبل من قناتي موللر.



الشكل (١١) تطور الأعضاء التناسلية المؤنثة الخارجية حيث تتطور الحديبة التناسلية إلى البظر (Clitoris) .أما الميزابة البولية التناسلية(Urogentital Groove) فتتطور إلى الجزء الخلفي من المهبل أما الإنتباجان التناسليان (الشفويان) فيشكلان الشفاه التناسلية (Labium) أما الميزابة الإحليلية التي تنمو مع نمو القضيب فتنغلق لتشكل الإحليل

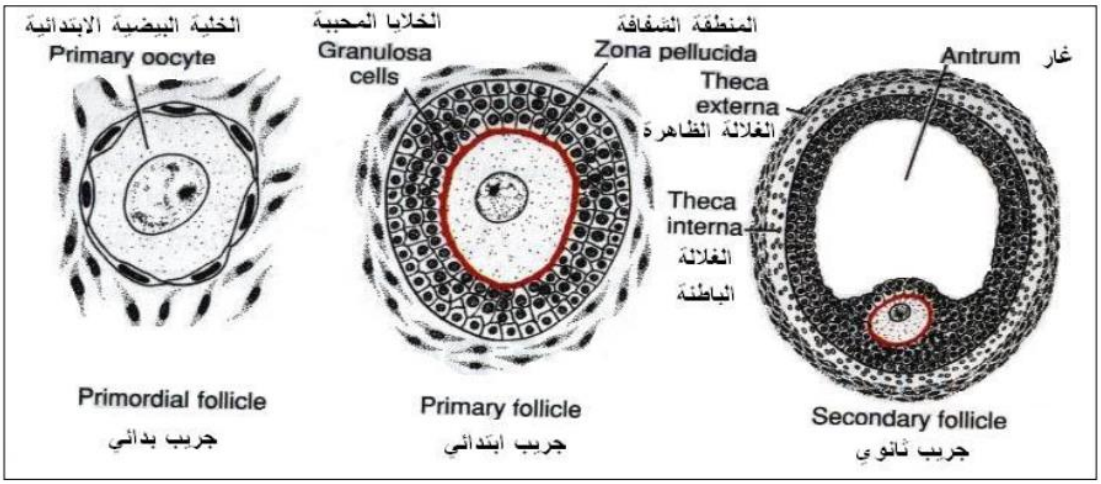
مراحل نمو الخلايا البيضية والجريبات (Oogenesis):

١. مرحلة التكاثر (هي مرحلة جنينية) : تنقسم الخلايا المُنشِئة المهاجرة من جدار كيس المح إلى المناسل عدة **انقسامات خيطية** لتشكل كل منها كتلة من المنسليات البيضية ولا تحدث هذه الانقسامات إلا لفترة قصيرة في المراحل الجنينية (أيام . عدة أسابيع) حيث يتوقف إنتاج المنسليات ويحدث موت وارتشاف لعددٍ كبيرٍ من هذه المنسليات حيث تصل لعدد معين عند الولادة (يُتثنى من ذلك إناث الخنازير التي يحدث في مبايضها انقسامات للمنسليات). وتُنجِز فيها الخلايا البيضية الدور الأول من الانقسام المنصف الأول حيث ينشأ عنها الخلايا البيضية الأولية وصيغتها الصِبْغيّة ٢ن . ثم تتوقف المنسليات البيضية عن الإنقسام وبعد ذلك تحاط كل منها بطبقة من الخلايا الجريبية المسطحة وتشكل الجريبات الإبتدائية(primordial follicoles).

مرحلة النمو:. تستمر خلال فترة نمو الحيوان حتى البلوغ الجنسي وتقسم لمرحلتين :**مرحلة النمو البطيء:** تستمر فترة طويلة خلال فترة نمو الحيوان، حيث يتم خلالها الابتناء والتمثيل الغذائي

داخل الخلية البيضية وفي الفترة التي تسبق النضج الجنسي يزداد حجم الجريبات والخلايا البيضية ويتشكل الغشاء الشفاف ويزداد عدد الخلايا الجريبية.

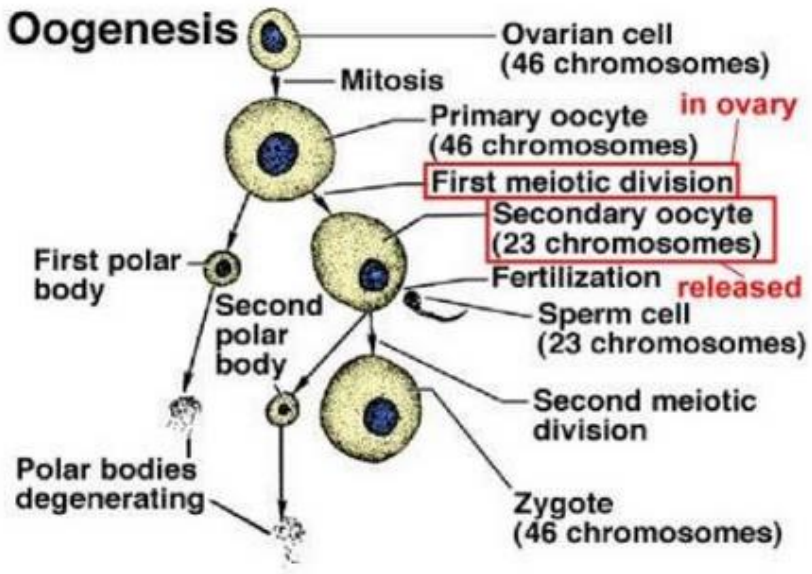
مرحلة النمو السريع : ترتبط بالوصول إلى البلوغ الجنسي تحت تأثير هرمونات (FSH) و(LH) ويمكن ملاحظة مختلف أطوار تطور الجريبات ولكن لا يصل إلى مرحلة النضج إلا عدد قليل (٣٠٠ عند الأبقار) وتتعرض الجريبات الباقية إلى التدهور والارتساف.



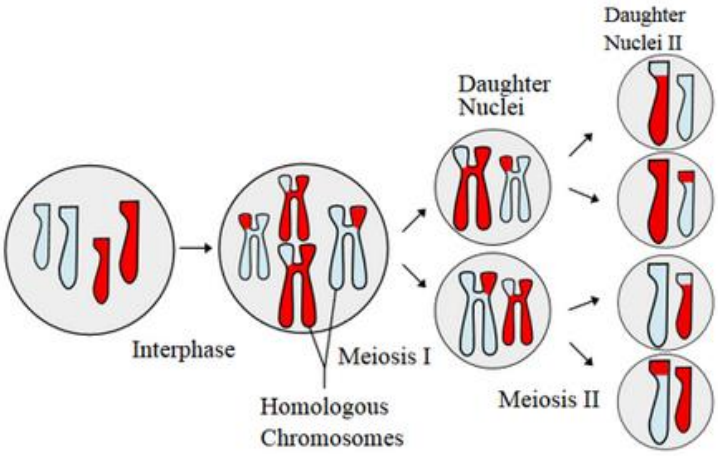
شكل (١٢) مراحل تطور الجريبات

مرحلة النضج: تنهي الخلية البيضية من الدرجة الأولى الانقسام المنصف الأول (في بداية الانقسام المنصف ينفصل الصبغيان القرينان ثم يتضاعف كلّ منهما ليشكل كل صبغي نسخة تسمى صبغي أخ حيث أن الخلية الأم قبل الانقسام المنصف الأول تحتوي على ٤ن) قبل الإباضة أو عندها أو بعدها بقليل حسب نوع الحيوان، وينتج عن الانقسام المنصف الأول خليتان إحداهما كبيرة هي الخلية البيضية من الدرجة الثانية وأخرى صغيرة تتحول لجسم قطبي يتلاشى لاحقاً وتحمل الخلية البيضية الثانوية صيغة صِبْغيّة أحادية (١ن) (تحمل زوج من أحد القَرينين اللذين تضاعفا) وكما أشرنا سابقاً يستغرق الانقسام المنصف الأول فترة زمنية طويلة تمتد من الفترة الجنينية إلى عمر النضج الجنسي عند الإباضة وبالتالي تحقق الإباضة الأخيرة للأنثى أكبر فترة للانقسام المنصف الأول التي تصل عند الإنسان إلى حوالي ٤٥ سنة مثلاً ويمكن تسميتها بفترة الكمون للخلايا البيضية.

إذا حدث إخصاب للخلية البيضية يحدث لها انقسام منصف ثاني (حيث ينفصل الصبغيين الأخوين عن بعض وتبقى الصيغة الصبغية ١ن) وتعطي خلية بيضية ناضجة ١ن وإذا لم يحدث إخصاب تموت وتتحلل في جدران القناة خلال ٢٤ ساعة من الإباضة.



شكل (١٣) تطور الخلايا البيضية (Oogenesis) حيث يَنْتُج عن الخلية البيضية الأولية (Primary oocyte) خلية بيضية ثانوية(Secondary oosyte) تعطي عند انقسامها المنصف الثاني الخلية البيضية الناضجة التي تتحد مع الحيوان المنوي لتشكيل البيضة الملقحة (Zygote) وينتج عن الانقسامات السابقة ثلاثة أجسام قطبية(Polar bodies) تتلاشى فيما بعد.



Chromosome number	46	46	23	23
Chromatid number	46	92	46	23

شكل (١٤) الانقسام المنصف واختزال عدد الصبغيات عند تشكل الخلايا البيضية الناضجة ويلاحظ حادثة العبور بين الصبغيين القرينين التي تؤدي إلى تنوعات هائلة في المادة الوراثية التي تحملها الخلايا الناتجة.

مراحل تطور الحيوانات المنوية(Spermatogenesis)

تمر عملية تشكل الحيوانات المنوية بأربع مراحل رئيسة :

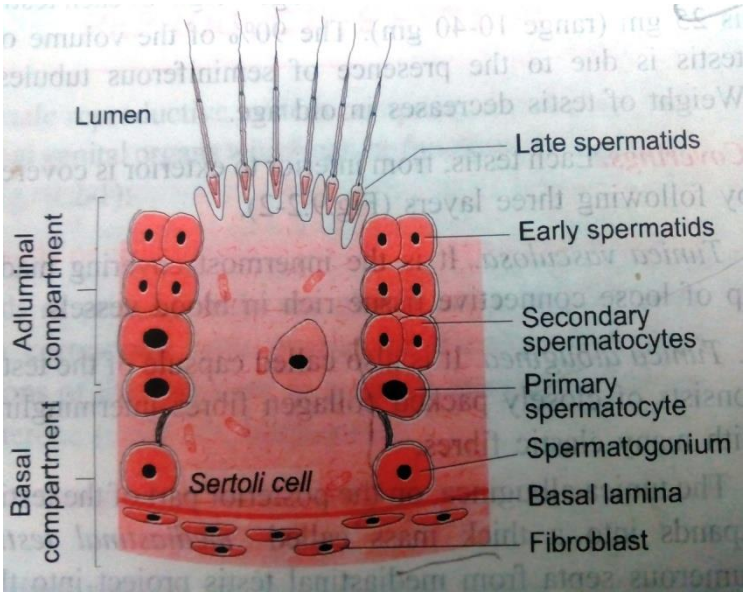
أولاً . مرحلة التكاثر(Proliferation) تبدأ منذ المرحلة الجنينية ، حيث تبدأ بعد هجرة الخلايا المنشئة الأصلية من الجدار الداخلي لكيس المح إلى الأقناد حيث تتكاثر بالانقسام الخيطي وتعطي المنسليات المنوية (Spermatogonia) وهي ثنائية الصيغة الصبغية (٢ن) ، ويُولَدُ الذكر بحيث تكون المنسليات المنوية في خصيتيه في هذه المرحلة.

تَظهر المنسليات المنوية والتي تسمى بأمهات المني في جدار الأنابيب المنوية كخلايا كبيرة الحجم تجاورها الخلايا المغذية (خلايا سرتولي).

مع بلوغ الذكر لسن النضج الجنسي تنقسم أمهات المني انقسام خيطي حيث تعطي نوعين من الخلايا المنوية: (مرحلة التكاثر تبدأ جنينية وتستمر مع البلوغ الجنسي)

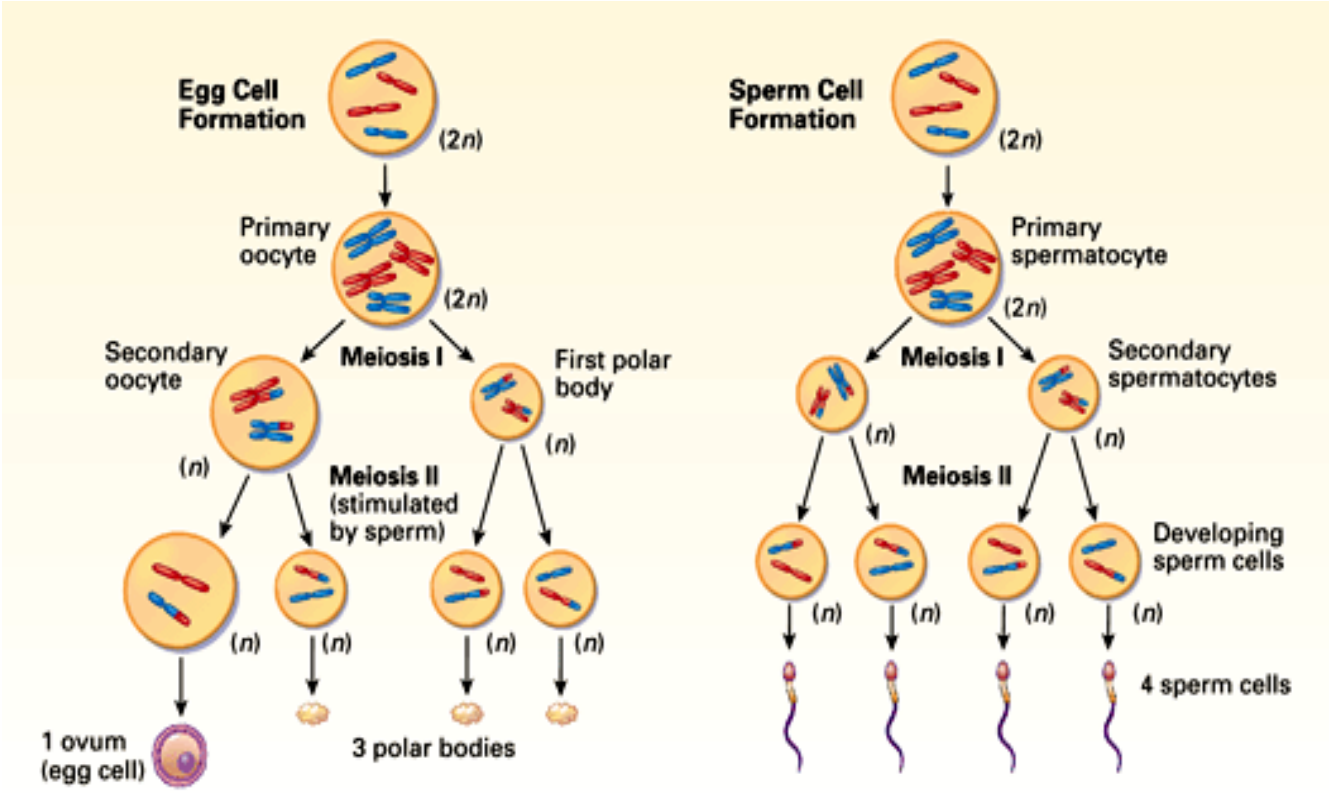
١. منسليات منوية تبقى بجوار الغشاء القاعدي تشكل أمهات مني أيضاً وتنقسم لاحقاً.

٢. خلايا منوية تبتعد باتجاه المركز وتدخل لاحقاً في المرحلة الثانية من التطور.



شكل (١٥) مراحل تمايز النطاف بدءاً من أمهات المني (Spermatogonium) إلى الخلايا المنوية من الدرجة الأولى (Primary Spermatocyte) ثم إلى الخلايا المنوية من الدرجة الثانية (Secondary Spermatocyte) ثم إلى طلائع الحيوانات المنوية والتي تسمى بالنُطيفات (Early Spermatids) ثم الحيوانات المنوية الفتية التي تنغمس في خلايا سيرتولي المغذية (Sertoli Cells).

ثانياً . مرحلة النمو: هذه المرحلة قصيرة جداً إذ يلاحظ زيادة حجم الخلية المنوية وتدخل هذه الخلايا الدور الأول من الانقسام المنصف الأول وتشكل الخلايا المنوية من الدرجة الأولى وتستغرق هذه المرحلة ١٦ يوم. وتحتوي الخلايا المنوية من الدرجة الأولى على صيغة صبغية (٢ن) ولكنها تحتوي على (4nDNA) صبغي. (في بداية الانقسام المنصف ينفصل الصبغيان القرينان ثم يتضاعف كلّ منهما ليشكل كل صبغي نسخة تسمى صبغي أخ).



شكل (١٦) مقارنة بين تشكل الخلايا البيضية في اليسار وتشكل الحيوانات المنوية في اليمين.

ثالثاً . مرحلة النضج: تتابع الخلايا المنوية بقية أدوار الانقسام المنصف الأول ويحدث اختزال للصيغة الصبغية وتتشكل من كل خلية أولية خليتان منويتان ثانويتان ذات صيغة صبغية أحادية (تحمل زوج من أحد القرينين اللذين تضاعفا) ، ثم يبدأ الانقسام المنصف الثاني وهو انقسام خيطي حيث ينتج أربع خلايا أحادية الصيغة الصبغية تدعى طلائع المني (Spermatides) تحمل (ن) صبغي،(حيث ينفصل الصبغيين الأخوين عن بعض وتبقى الصيغة الصبغية ١ن).

رابعا . مرحلة التمايز والإنطاف (Differentiation and Spermation):

تطرأ تبدلات على شكل وبنية طلائع المني تتمثل بـ :

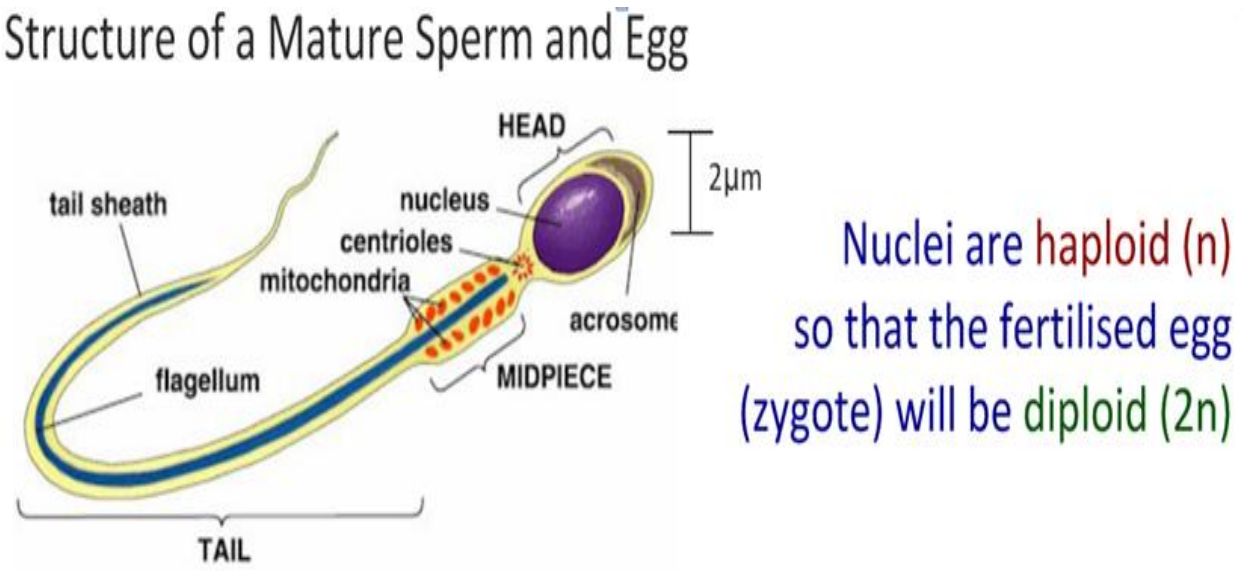
- ❖ تتطاول وتنتقل النواة وتتوضع في أحد قطبي الخلية مشكلة الجزء الرئيسي لرأس النطفة.
- ❖ يستقر جهاز غولجي في الطرف المقابل وينقسم إلى فجوات صغيرة تشكل حويصلة القلنسوة أو تسمى الحويصلة الأكروسومية ، وتُعرف في بعض المراجع بالجسيم الطَرَفي.
- ❖ تتحرك الحويصلة الأكروسومية وبداخلها حويصلة الجسيم الطرفي باتجاه النواة وتلتصق بالغشاء النووي وتتحرك إلى القطب الأمامي للنواة وتبدأ بالتضخم والانحناء مكونة غطاء أمامي يسمى غطاء الرأس.
- ❖ يمتد من أحد جزأي المريكز للجسيم المركزي خيط رفيع إلى خارج الطرف الخلفي للخلية المنوية ليشكل الذيل، يتكون الذيل من تركيب يدعى بالخيط المحوري ويتكون من أنبوبتين منفصلتين تتوضعان في المركز يتوضع حولهما تسعة أزواج من الأنابيب مرتبة على شكل دائري.ويحيط بها تسع ألياف سميكة خارجية (أي أن تركيبها ٩+٩+٢).

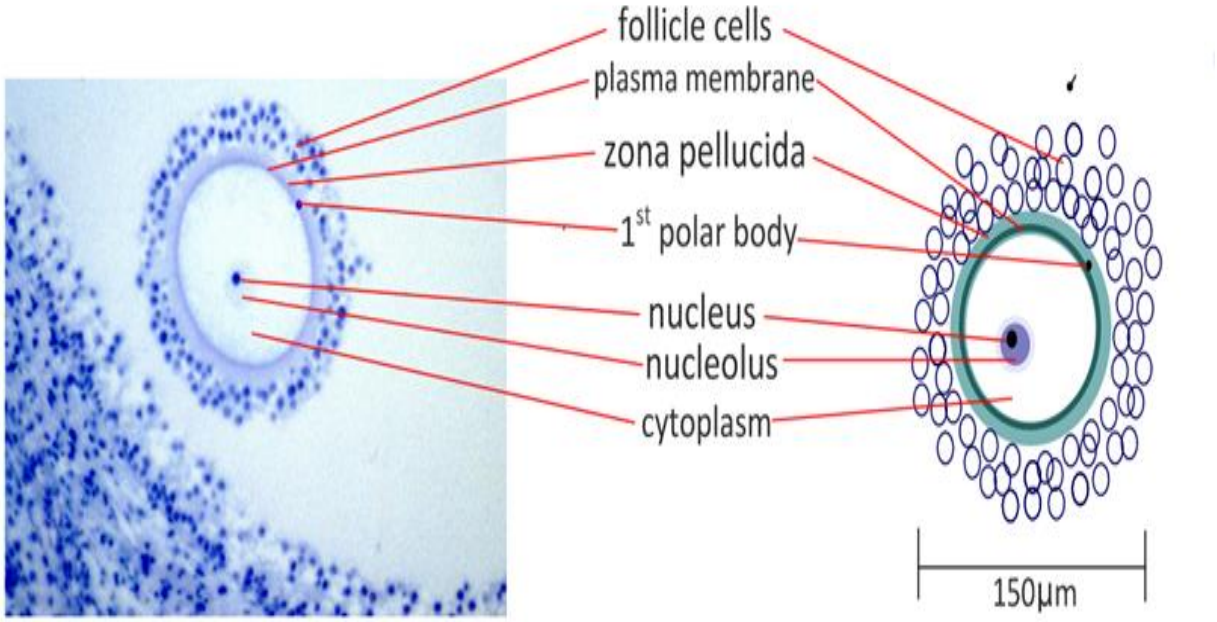
يتكون الحيوان المَنَوي الناضج من:

١. **الرأس** الذي يحتوي على النواة وعلى القبعة الأكروسومية التي لها دور فعال في عملية الإخصاب لأنها تحتوي على أنزيمات حالة (هيالورونيداز و أكروسين) حيث تقوم هذه الأنزيمات بإذابة أغشية الخلية البيضية من أجل دخول الحيوان المنوي وتشكيل البيضة المخصبة.

٢. **الذيل** : الذي يتكون من

- ❖ العنق : وهي منطقة ضيقة وتشكل حوالي ١ ميكرون ، وذات بنية معقدة . ويتألف من زوج من النبيبات المركزية وتسع أزواج محيطية تشكل الجهاز الحركي للنطفة. وللعنق دور هام في حركة النطفة ، .ويعد العنق أضعف أجزاء الحيوان المنوي.
- ❖ القطعة المتوسطة: وتسمى مصنع الطاقة لغناها بالميتاكوندري التي تحتوي على (DNA) أبوي يتحلل في سيتوبلاسما الخلية البيضية.لذلك فإن الميتاكوندري في خلايا الثديات تحتوي على (DNA) أمومي والذي له قيمة كبيرة في دراسات التطور.
- ❖ القطعة الرئيسية : لا تحتوي على جسيمات كوندرية وتبدأ فيها سماكات الألياف بالتناقص.
- ❖ القطعة النهائية: تفتقد إلى الألياف التسعة الخارجية..





شكل (١٧) مقارنة بنيوية وحجمية بين الحيوان المنوي الناضج والبويضة الناضجة عند الإنسان حيث نلاحظ أن أبعاد البويضة ١٥٠ ميكرومتر أما رأس الحيوان المنوي ٢ ميكرون والنسبة بين حجم النطفة والبويضة حوالي ١/٦٠٠٠ . ونلاحظ في بنية النطفة الرأس والنواة (Nucleus) والجسيم الطرفي والقطعة المتوسطة التي تحتوي على الجسيمات الكوندرية (Mitochondria) والزيل الذي يحتوي على السوط (Flagellum).أما بالنسبة إلى الخلية البيضية فنلاحظ النواة والسيتوبلاسما والجسيم القطبي والمِنْطَقة الشفافة (Zona Pellucida).

تتراوح أبعاد رأس الحيوان المنوي من ١ . ١٠ ميكرون أما الطول الكامل فيتراوح من ٤٥ .٧٠ ميكرون.

الجَهَاز التناسلي الأنثوي (Female Reproductive System):

يتكون الجَهَاز التناسلي عند الحيوانات الزراعية من المبيضين و القناة الناقلة للبويضات (قناة فالوب) والرَحِم وعنق الرَحِم والمَهْبِل والأعضاء التناسلية الخارجية (الشفاه التناسلية ، البَظْر، الدهليز ، الغدد المنتجة للمخاط). ويُلحق بالجَهَاز التناسلي الأنثوي غدة الثدي أو الضرع.

أولاً . المبيضان (Ovary):

زوج من الغدد الجنسية التي تقع في المنطقة القطنية من التجويف البطني ويتثبت كل منهما بواسطة الرباط المبيضي وهو القسم الأمامي من رباط الرَحِم العريض ويتكون المبيض من منطقتين:

- ❖ المنطقة اللبية وهي داخلية حيث تحتوي على نسيج ضام وشبكة غزيرة من الأوعية الدموية واللمفية إضافة إلى الألياف العصبية.
- ❖ المنطقة القشرية وتسمى بالطبقة الحويصلية التي تحتوي على عدد كبير من الحويصلات المبيضية (حويصلات غراف) في مراحل مختلفة من التطور. كما تحتوي على النسيج الخلالي الذي يتكون من خلايا خلالية (تُفرز الستيروئيدات الجنسية) وخلايا عضلية ملساء وألياف مرنة. يتغطى المبيض بالطبقة الحويصلية عند معظم الحيوانات الثدية ما عدا الأفراس التي تغطي الطبقة المصلية معظم سطح المبيض ما عدا منطقة صغيرة تسمى حفرة الإباضة حيث يتم فيها تشكل الحويصلات.

وظائف المبيض:

١. إنتاج البويضات.

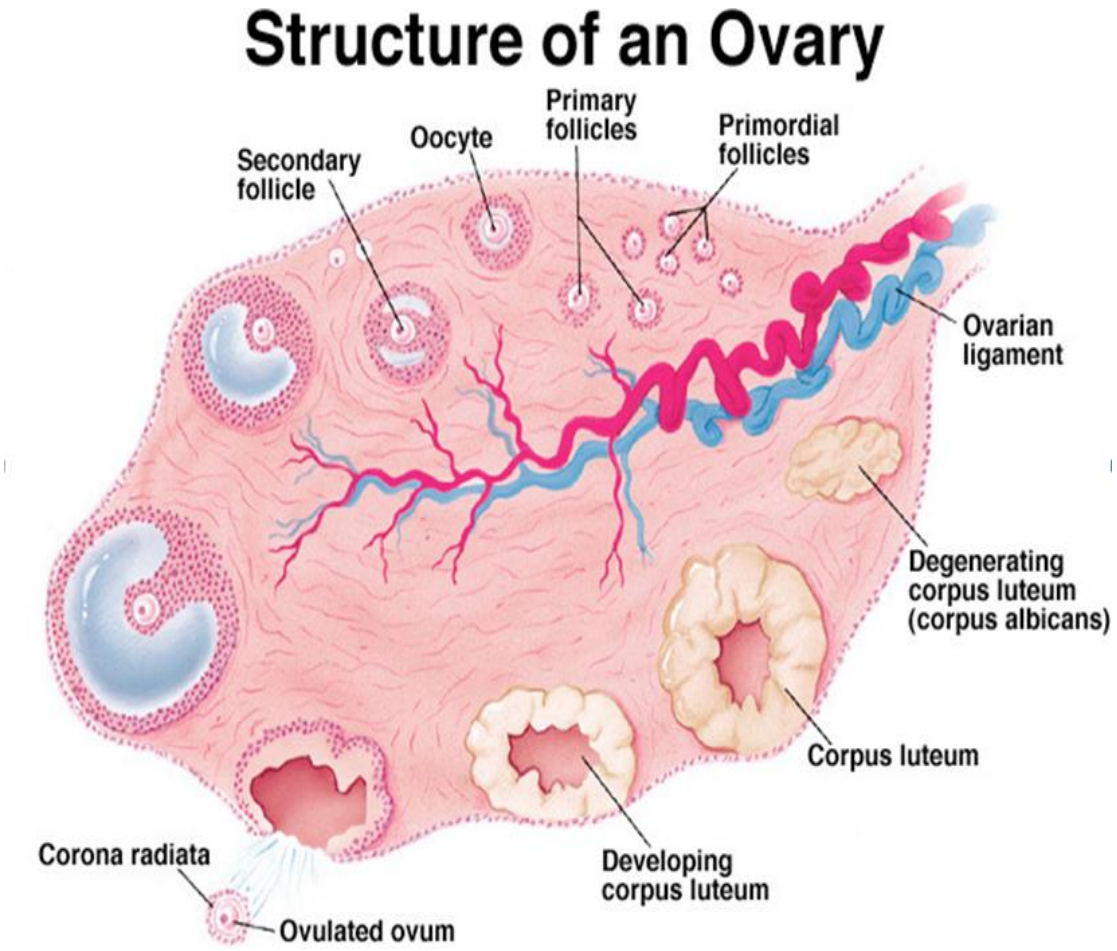
٢. إنتاج الهرمونات الجنسية الأنثوية وهي الأستروجين من الخلايا الخلالية الداخلية في حويصلة غراف في القشرة ، والبروجستيرون من الخلايا اللوتئينية في الجسم الأصفر.

٣. إنتاج البروستاغلاندين من الخلايا الخلالية في القشرة والذي يؤدي إلى نضج الجريب بتحريضه للخلايا الحبيبية على إنتاج أحادي فسفات الأدينوزين، ويحرض على الإباضة بتنبيه الخلايا العضلية الملساء على التقلص.

المنطقة النشيطة في المبيض هي القشرة والتي تحتوي على الجريبات بدرجات نمو مختلفة هي:

- **الجريبات الإبتدائية (primordial follicoles)** وهي أصغر تنظيم جريبي حيث تحتوي على خلية بيضية من الدرجة الأولى (Oocyte-1) وتكون مُحاطة بطبقة من الخلايا الجريبية وتتوضع الجريبات الابتدائية في محيط المبيض على عدة طبقات.

- **الجريبات الأولية (Primary Folicular):** حيث يزداد حجم الخلية البيضية من الدرجة الأولى وتتضخم الخلايا الجريبية ويتشكل حولها عدة طبقات من الخلايا المكعبة ويكون قطر الجريب ٠,٢ . ١٠ ملم. ويحتوي أيضاً على خلية بيضية من الدرجة الأولى (Oocyte-1)



شكل (١٨) تطور الجريبات في والإباضة وتشكل الجسم الأصفر(Corpus Luteum)

- **الجريبات الكهفية أو الجريبات النامية أو الثانوية (secondary follicle):** أكبر قليلاً من سابقتها حيث تصبح الخلايا الجريبية عدة طبقات وتشكل مجتمعة الطبقة الحبيبية ، ويتشكل الجوف الجريبي الذي يحتوي على السائل الجريبي ويزداد حجم البويضة وتكون الطبقة الحبيبية حولها على شكل ركام خلوي يعرف بالركام البيضي ويتشكل غشاء شفاف يحيط بالبويضة (Zona pellucida) ويفصلها عن الطبقة الحبيبية لكن تخترقه الزغابات التي تصدر عن الخلية البيضية وعن الخلايا الجريبية والتي تؤمن تبادل المواد فيما بينهما. تختفي هذه الزغابات قبل الإباضة. ويحاط الجريب الثانوي بغشاء قاعدي.
- **الجريبات الناضجة أو جريب دوغراف (DeGraff follicle):** يزداد عدد طبقات الخلايا الجريبية وتصبح ٦ . ٩ طبقات ويزداد حجم الجوف الجريبي الممتلئ بالسائل الجريبي

ويصبح الركام الحامل للخلية البيضية أكثر وضوحاً. ويتمايز الغشاء القاعدي إلى طبقتين. يبلغ قطر جريب غراف عند الأبقار **٢٠ ـ ٣٠ ملم** ويتراوح قطر الخلية البيضية **١٥٠ ـ ٢٠٠ ميكرون** ، تحيط بالمنطقة الشفافة عدة طبقات خلوية حبيبية تسمى الطبقة الأولى منه بالتاج المشع (Corona Radiata).

وظيفة الخلايا الحبيبية إيصال المواد الغذائية والهرمونات عن طريق قنيات دقيقة تصل بين الخلية البيضية والركام البيضي كما تمتلك وظيفة دعامية لحماية البويضة.

يبلغ عدد الجريبات الابتدائية عند الأبقار ١٠٠ ألف جريب عند الولادة تصبح ٧٥ ألف بعمر ٣ أشهر وتصبح في عمر سنة ٢٥٠٠ جريب ابتدائي.

بعد حدوث الإباضة وخروج البويضة من حويصلة غراف تتحول الحويصلة الى الجسم الأصفر (corpus luteum) ويكون إما دورياً في حال عدم حدوث الإخصاب أو حملياً في حال حدوث الإخصاب والحمل. يفرز الجسم الأصفر هرمون البروجسترون (Progesterone).

ثانياً. القناتان الناقلتان للبيوض (قناة فالوب) (Oviduct) : تُعرفان أيضاً بالأنبوبين الرَحِميين (Uterine Tube) وهما عبارة عن قناتين تصلان ما بين قمة الرَحِم و المبيضين وتتألف القناة من الأجزاء التالية:

القمع: عبارة عن توسع واضح في القناة بشكل قمعي وينتهي بكثير من الاستطالات أو الزوائد التي تحيط بالمبيض (دون تلامس) أثناء الإباضة لضمان استقبال البويضة وعدم سقوطها في التجويف البطني.

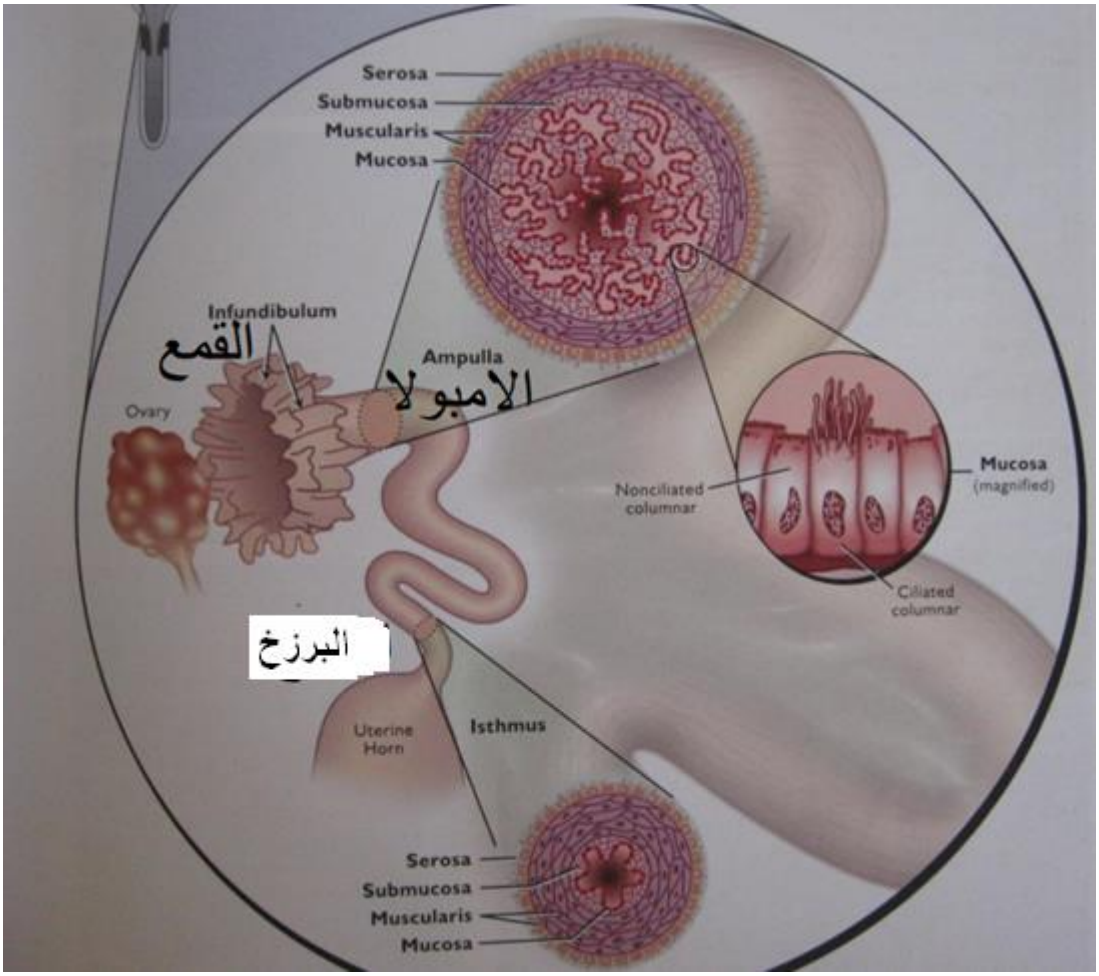
الأمبولا : وهي الجزء الوسطي من القناة ويحدث فيها الإخصاب.

البرزخ: قناة أقل اتساع من الأمبولا وتتصل بالرَحِم.

تتكون القناة الناقلة للبيوض نسيجياً من ثلاث طبقات خارجية مصلية ووسطى عضلية وداخلية مخاطية هدبية.

وظائف القناة الناقلة

- ❖ نقل وتغذية البويضات والنطاف
- ❖ هي مكان تلاقي الحيوان المنوي والخلية البيضية حيث يحدث الإخصاب.



شكل (١٩) بنية القناة الناقلة للبيوض نسيجياً

رابعاً. الرَحِم (Uterus): عبارة عن عضو إجاصي الشكل مجوف يتصل من الأمام بالقناتين الناقلتين للبويضات ومن الخلف يتصل بعنق الرَحِم. يختلف شكل الرَحِم من حيوان لآخر يتباين طول الرَحِم حسب نوع الحيوان (١٠ . ٢٠٠ سم) :

عند الأبقار يتميز بأنه ثنائي القرن يتصل بجسم الرَحِم ويبلغ طول كل قرن ٢٥ . ٤٠ سم.ويحدث الحمل في أحد القرنين.

عند المجترات الصغيرة ثنائي القرن.

عند الفرس : الجسم أكثر نمو مقارنةً بالقرنين.

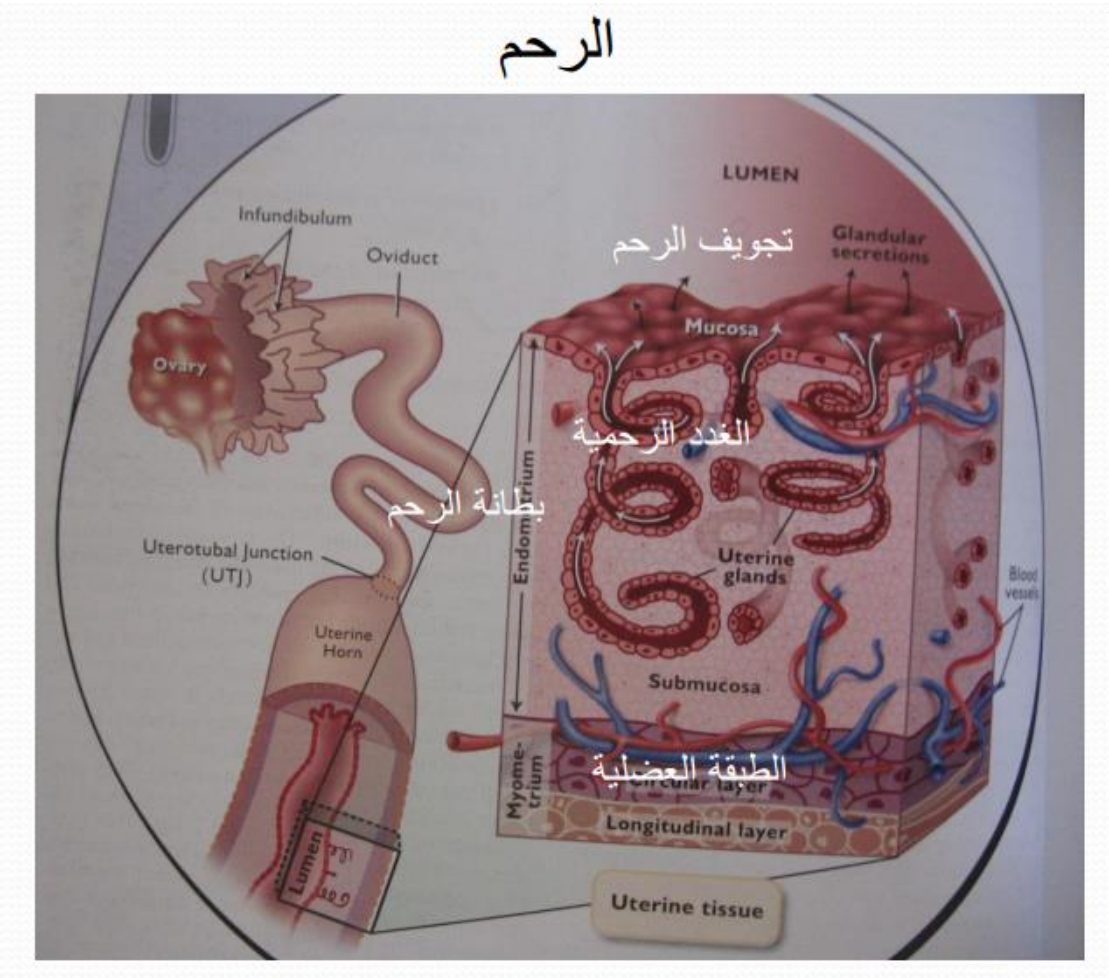
عند الكنغر ثنائي القرن لكن كل قرن يتصل بالمَهْبِل بشكل منفصل ويسمى بالرَحِم المزدوج.

عند القردة القرنان غير واضحان ويشكل جسم الرَحِم معظم الرَحِم. ويتألف الرَحِم نسيجيا من ثلاث طبقات خارجية مصلية ووسطى عضلية وداخلية مخاطية.

ملاحظة : تمتلك الأبقار والماعز والأغنام بنية نسيجية في بطانة الرَحِم هي الفلقات الرَحِمية.

وتتلخص وظائف الرَحِم بـ:

١. استقبال البويضة الملقحة لأجل التعشيش حيث يؤمن المواد الغذائية اللازمة لنمو الجنين.
٢. يلعب دوراً هامّاً في تسهيل انتقال الحيوانات المنوية إلى قناة فالوب نتيجة لانقباض عضلاته تحت تأثير الأوكسي توسين حيث يحدث ضغط سلبي يؤدي إلى سحب الحيوانات المنوية باتجاه قناة فالوب.
٣. تُغذي إفرازات الغدد المخاطية الموجودة في جدار الرَحِم الحيوانات المنوية.
٤. ارتشاف الحيوانات المنوية الميتة والبويضات غير المخصبة.
٥. له دور هام وفعال في الولادة نتيجة انقباض عضلاته تحت تأثير الانخفاض الفجائي في الهرمون الكابح وهو البروجسترون بالإضافة لتأثير هرمون الأوكسي توسين.

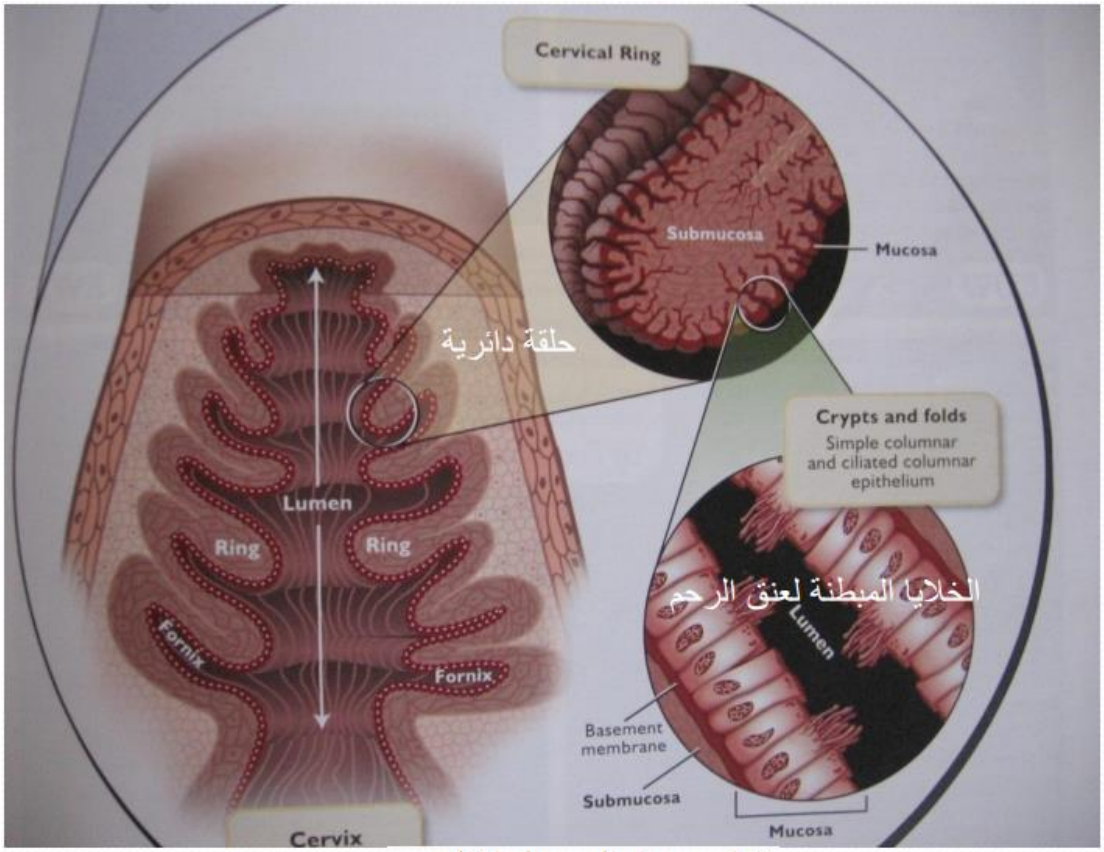


شكل (٢٠) بنية الرَحِم نسيجياً

خامساً . عنق الرَحِم (Cervix): عبارة عن قناة عضلية تصل ما بين جسم الرَحِم في الأمام والمَهْبِل في الخلف يبلغ طوله ٥ . ١٠ سم ويتألف نسيجياً من ثلاث طبقات خارجية مصلية ووسطى عضلية وداخلية مخاطية.يمتاز عنق الرَحِم بسماكة الطبقة العضلية ويبرز في التجويف المَهْبِلي مشكلاً منطقة من المَهْبِل تسمى القبو المَهْبِلي.

وظائف عنق الرَحِم:

١. ممر للحيوانات المنوية باتجاه الرَحِم.
٢. ممر للحميل أثناء الولادة.
٣. يُغْلَق بشكلٍ تامٍ وقويٍ أثناء الحمل لمنع دخول العوامل الممرضة التي تؤثر سلباً على الجنين.
٤. يُفْتَح في حالات الشياع و أثناء الولادة ولكن قد يُفتح مرضياً في حالات الأمراض والالتهابات الرَحِمية.



تركيب عنق الرحم الهستولوجي

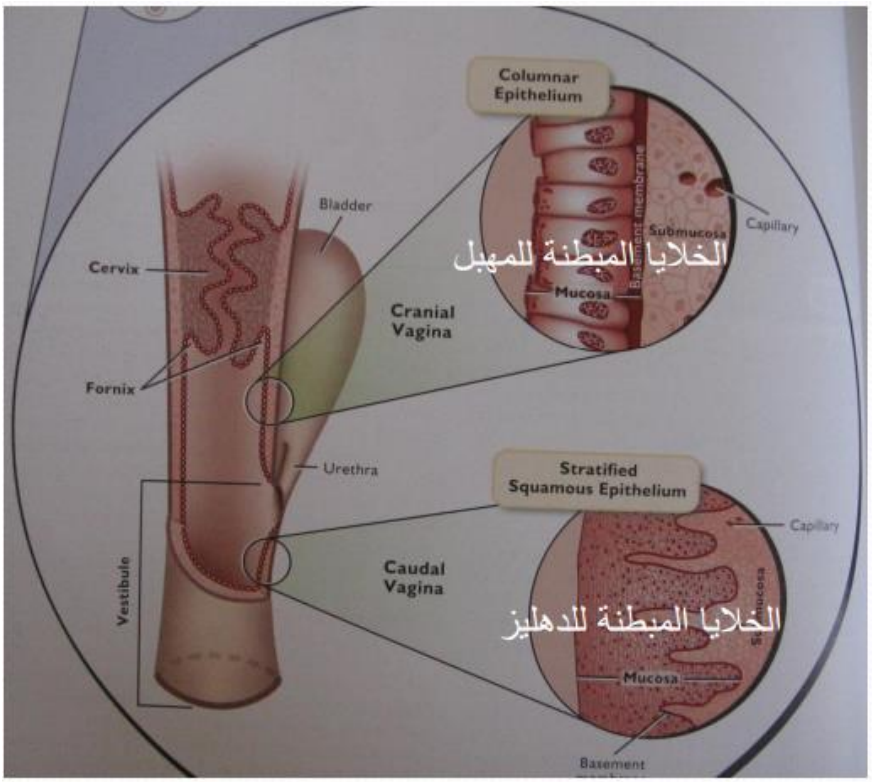
شكل (٢١) بنية عنق الرَحِم نسيجياً

سادساً . المَهْبِل (Vagina): هو قناة عضلية تصل ما بين عنق الرَحِم في الأمام وبين الفتحة التناسلية الخارجية في الخلف. يبلغ طوله ١٥ . ٣٠ سم عند الأبقار غير الحوامل.

يتكون من ثلاث طبقات خارجية مصلية ووسطى عضلية وداخلية مخاطية.

وظائف المَهْبِل:

١. هو عضو التزاوج عند الأنثى حيث يحدث فيه قذف السائل المنوي عند كثير من الحيوانات.
٢. ممر للحميل أثناء الولادة.
٣. إن ما يساعد المَهْبِل على أداء وظيفة الجماع والولادة هو الصفة المطاطية للطبقة العضلية.



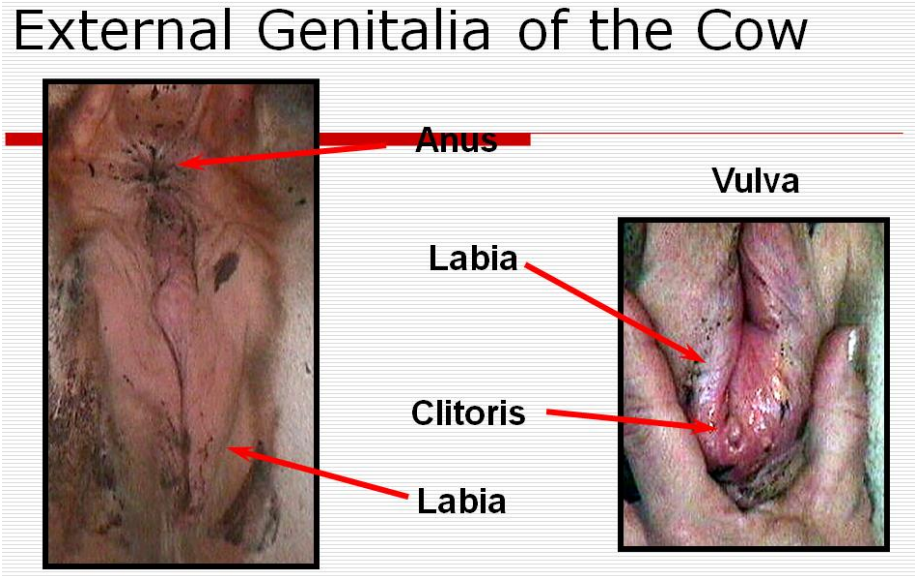
شكل (٢٢) بنية المَهْبِل نسيجياً

سابعاً. الأعضاء التناسلية الخارجية: وهي

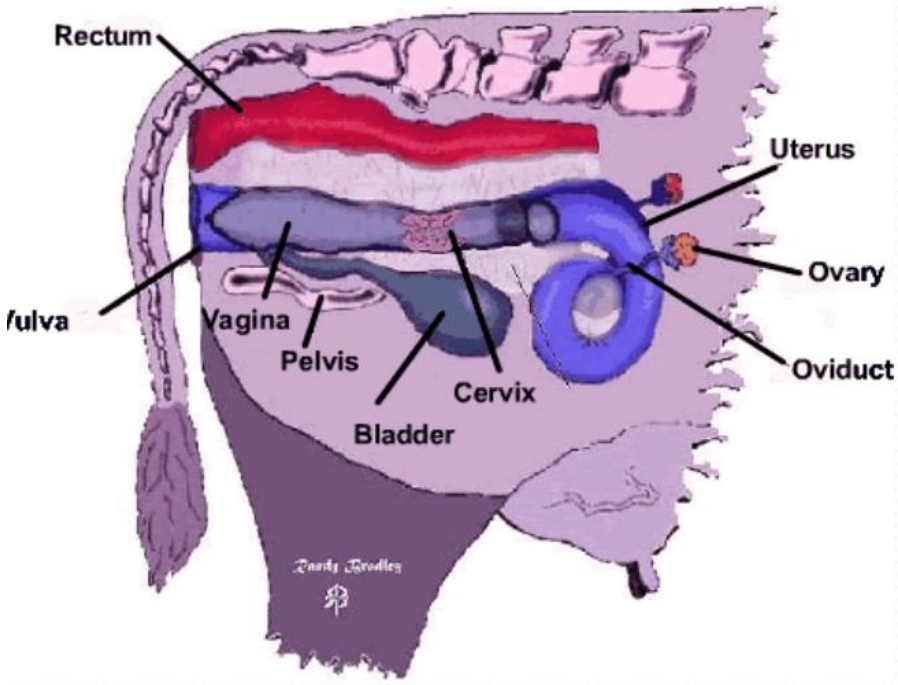
الشفاه التناسلية (الشُفْران) (Labia): التي تغلق المدخل الخارجي للجَهَاز التناسلي.

البَظْر (Clitoris): يتوضع في الزاوية السفلى لإلتقاء الشفاه التناسلية وهو يماثل القضيب عند الذكور حيث يحتوي على الأجسام الكهفية التي تساعده على الإنتصاب كما أنه غني بالنهايات الحسية.

الدهليز المَهْبِلي: وهو المنطقة التي تنتهي إليها الشفاه التناسلية من الداخل ويفتح فيها الإحليل.يوجد في مدخل المَهْبِل غدتان (غدتا بارثولين) تفرز سوائل مزلقة تسهل عملية التزاوج ، كما يوجد بعض الغدد المخاطية.



شكل (٢٣) يوضح الأعضاء التناسلية الخارجية للبقرة ، الفَرْج (Vulva) والشفاه التناسلية (Labia) والبَظْر (Clitoris)



شكل(٢٤)الجهاز التناسلي للبقرة

* * * * * * * *

الجَهاز التناسلي الذكري
(Male Reproductive System)

يتكون الجَهاز التناسلي الذكري من الخِصيتين و الطرق الناقلة للنطاف والقضيب وكيس الصَفَن والغُدَد الملحقة.

أولاً ـ كيس الصَفَن The scrotum

عبارة عن كيس جلدي عضلي تتوضع فيه الخصيتان بعد هجرتهما من التجويف البطني ، ويتكون من عدة طبقات:

1-الجلد (Skin): ويتميز بكونه رقيقا غنيا بالغُدَد العرقية والغُدَد الدهنية ومغطى بقليل من الشعر.

2- طبقة دراتوس (Tunica dartos):

وهي غنية بألياف عضلية ملساء ، تشكل حاجزاً في منتصف جوف الصَفَن ، فتقسمه إلى حجرتين تسكن في كلّ منها خِصْيَة . تقوم هذه الطبقة العضلية بمهمة تقريب الخصيتين أو إبعادهما عن جسم الحيوان ، وذلك من خلال عمليات الانقباض والانبساط المرتبطة بالظروف الجوية الباردة والحارة على التوالي .

٣ـ الغِلالَة المَنَويّة أو الصَفَنية (Scrotal fascia):وهي امتداد للعضلة البطنية المنحرفة الداخلية وترتبط برداء دارتوس بواسطة نسيج فجوي وتتصل بالعضلة المُشَمِّرَة الخارجية التي تشكل جزءاً من الحبل المَنَويّ.

٤ ـ الطبقة الغِمْدية (Tunica vaginalis)

وهي طبقة مزدوجة تُعدّ امتداد للبريتوان ، تتكون من طبقتين مصلية تُبطّن الخِصْيَة والبربخ وجدارية تبطن كيس الصَفَن من الداخل، وبين الطبقتين يوجد تجويف غِمدي فيه كمية بسيطة من السائل الصَفَني الذي يسهل حركة الخصيتين ضمن كيس الصَفَن .

٥ـ العضلة المُشَمِّرَة الخارجية (External cremaster muscle): هي امتداد للعضلة البطنية المنحرفة الداخلية وتندغم في الغِلالَة الصَفَنية.

وظائف كيس الصَفَن:

١. حماية الخِصْيَة والبربخ من الصدمات والكدمات الخارجية.

٢. التنظيم الحراري للخِصْيَة إذ تحتاج عملية تكون النطاف إلى حرارة أقل بـ ٤ ــ ٧ درجات مئوية من حرارة الجسم. **ويتم تنظيم هذه العملية كمايلي:**

في الجو البارد:تتقلص طبقة رداء دارتوس والعضلة المشمرة الخارجية فترفع الخِصْيَة وتقربها من الجسم كما تزداد سماكة وتجعدات كيس الصَفَن والذي يقلل من الفقد الحراري.

في الجو الحار: يحدث العكس إذ ترتخي طبقة رداء دارتوس والعضلة المشمرة الخارجية فتبتعد الخِصْيَة عن الجسم ويصبح كيس الصَفَن رقيقاً وأملساً مما يزيد الفقد الحراري.

كما يتم دعم وظيفة كيس الصَفَن بعلاقة تشريحية ما بين الأوردة والشرايين في الخِصْيَة حيث أن الوريد يلتف حول مدخل الشِرْيان إلى الخِصْيَة ويعمل كمبرد.

نزول الخصى إلى كيس الصَفَن:

تهبط الخِصيتين إلى كيس الصَفَن من مكان تشكلها قرب الكلية من خلال القناة الإرْبية وتنظم الهُرْمونات الجونادوتروبينية والعامل المضاد لقناة موللر عملية هبوط الخِصْيَة ، ويكتمل هبوط الخِصْيَة في منتصف الحمل عند الأبقار والأغنام وقُبيل الولادة عند الخيول وبعد الولادة بخمسة أيام عند الكلاب. وتسمى الخِصْيَة التي لم تهبط إلى كيس الصَفَن بالخِصْيَة المهاجرة.

ثانياً ـ الخصيتان (Testes): هما غدتان تناسليتان بيضاويتا الشكل. مضغوطة الجانبين قليلاً وتمتلك جدارين أمامي وخلفي وسطحين أنسي ووحشي وقمتين دانية تغطى برأس البربخ وقاصية تغطى بذيل البربخ. يختلف حجم ووزن الخِصْيَة تبعاً لنوع وسلالة وعمر الحيوان حيث تزن عند الثيران ٣٠٠ ـ ٤٠٠ غرام، وأبعادها ٦.٥*١٣ سم.

تتوضع الخِصْيَة في كيس الصَفَن خارج الجسم عند حيوانات المزرعة

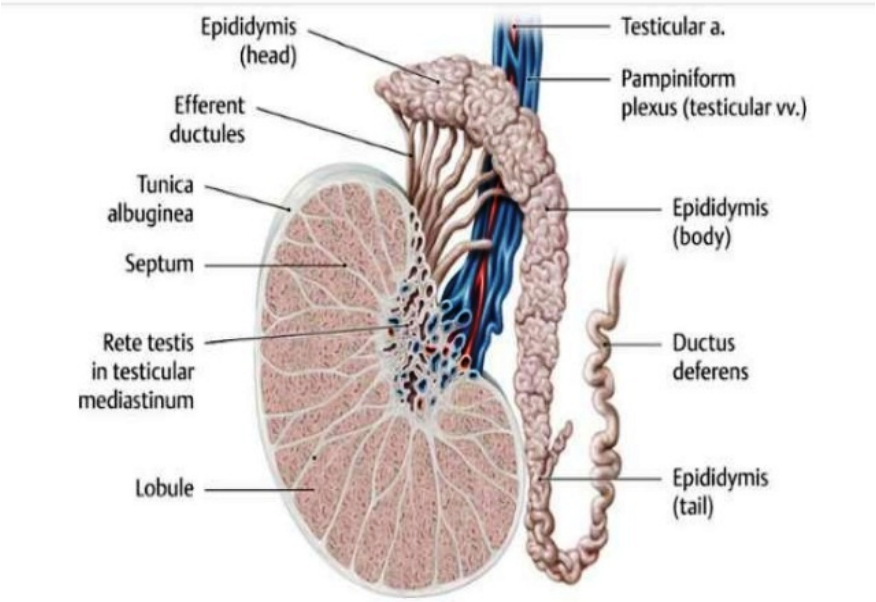
تتكون الخِصْيَة تشريحياً من طبقة خارجية تسمى **بالرداء الغمدي** ويليها **الغلالة البيضاء** كما تحتوي على خلايا ليدغ والنبيبات المَنَوِيّة

يمتد من الغلالة البيضاء حواجز عرضية تتجه إلى مركز الخِصْيَة وتكون تجاويف هرمية الشكل تسمى الفصوص الخصوية وضمن كل فص يوجد ١ ـ ٣ من النبيبات المَنَوِيّة ، وبين هذه النبيبات يوجد خلايا خلالية تسمى خلايا ليدج تقوم بإفراز هُرْمون التستوستيرون. تتفاغر وتتصل النبيبات المَنَوِيّة قرب الحاجز الوسطي لخِصْيَة مكونة الشبكة الخصوية والتي تتصل بالأوعية الصادرة التي تستمر إلى البربخ.

يصل طول النبيبات المَنَوِيّة إلى ٥٠٠٠ متر عند الثور و٢٠٠ متر عند الكلاب،أما قطرها ٢٠٠ ـ ٢٥٠ ميكرون، وتتكون النبيبات المَنَوِيّة من الخارج إلى الداخل من غشاء قاعدي تتوضع عليه أمهات المني وخلايا سيرتولي المغذية. تقوم الأنيبيبات بانقباضات لا إرادية نتيجة تقلص الألياف العضلية الملساء في جدرانها والذي يؤدي إلى دفع محتوياتها باتجاه الشبكة الخُصوية.

لا تخترق الأوعية الدموية النبيبات المَنَوِيّة بل يقتصر وجودها على النسيج الخلالي بين النبيبات.

تكون الخصيتان داخل التجويف البطني في الفترة الجنينية، ثم تهاجران إلى تجويف الصَفَن قبل أو بعد الولادة مباشرة ، ويُعتقد أن العامل المسؤول عن ذلك هو الهُرْمون المضاد لقناة موللر ، وقد تفشل إحدى الخصيتين أو كلاهما بالنزول إلى كيس الصَفَن وتعرف هذه الحالة بالخِصْيَة المعلقة أو الهاجرة وفي حال تعلق كلتا الخِصيتين يحدث عُقم للحيوان.



شكل (٢٥) مقطع طولي في الخصية

تتفاوت مدة تشكل النطاف بين الحيوانات فهي ٢٥ يوم عند الديوك و ٤٩ يوم عند الكباش و ٥٤ يوم عند الثيران و ٥٦ يوم عند الحصان و ٦٤ يوم عند الإنسان.

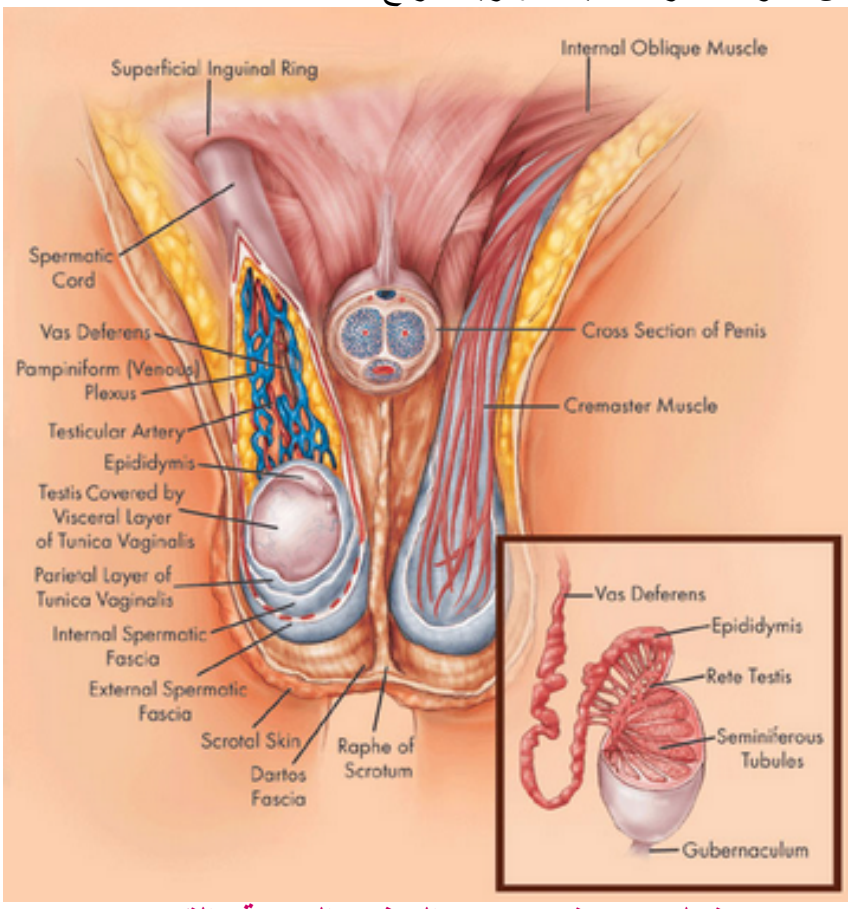
وظائف الخِصْيَة :

١. إنتاج الهُرْمونات وأهمها الهُرْمون الجنسي الذكري وهو التستوستيرون.، كما تفرز كمية بسيطة من الأستروجين عند الخيول.
٢. إنتاج الخلايا المَنَويّة أو النطاف.

ثالثاً- البربخ (Epididymis): عبارة عن أنبوب شديد التعرج يصل ما بين القنوات الصادرة والأسهر.ويتألف من ثلاثة أجزاء الرأس والجسم والذيل.إن قطر قناة البربخ في الرأس اقل منها في الذيل حيث يزاد القطر كلما اقترب الذيل وهذا يسمح بوظيفة تخزين الحيوانات المَنَويّة التي يقوم بها البربخ، إن تجمع الحيوانات المَنَويّة في البربخ هام جداً لأنها تكتسب قدرتها على الإخصاب نتيجة التخلص من السيتوبلاسما التي تحيط بالعنق تدريجياً. وعادة تخرج الحيوانات المَنَويّة من البربخ من دون قطرات سيتوبلاسمية حول العنق ووجودها يدل على عدم النضج.

وظائف البربخ:

١. نقل الحيوانات المَنَويّة من الخِصْيَة إلى الأسهر والذي يساهم في ذلك التكون المستمر لحيوانات مَنَويّة جديدة وحركة أهداب الخلايا المبطنة لجدار البربخ والتقلصات العضلية التمعجية اللاإرادية وإفراز السوائل المستمر من جدار البربخ.
٢. تركيز الحيوانات المَنَويّة من ١٠٠ مليون /مل ليصبح ٤٠٠٠ مليون /مل وذلك نتيجة امتصاص السوائل عبر الخلايا الظِهَاريّة للبربخ.



شكل (٢٦)تشريح كيس الصفن والخصية والقضيب

٣. حماية الحيوانات المَنَويّة: نتيجة تواجد الشحنة السلبية الناتجة من إفرازات البربخ وهي بروتينات دهنية تُغطي جسم الحيوان المَنَويّ. وهذا يحميه من التجلط.

٤. إنضاج الحيوانات المَنَويّة: نتيجة تخلصها من النقطة البروتوبلاسمية حيث تصبح الحيوانات المَنَويّة أكثر فاعلية في الإخصاب.ويجب أن لا تتعدى نسبة الحيوانات المَنَويّة غير الناضجة في السائل المَنَويّ ٣%.
٥. تخزين الحيوانات المَنَويّة: تُعد الظروف المتوافرة في البربخ مثالية للحفاظ على حيوية الحيوانات المَنَويّة وتستطيع أن تبقى حية عند الثيران مدة ٦٠ يوم. ويوجد عدة عوامل تشارك في مثالية الظروف للتخزين وهي : انخفاض الضغط الأوكسيجيني ، الوسط الحَمضي (PH = 6.1) ، برودة البربخ ، التركيز المرتفع للحيوانات المَنَويّة ، اللمعة الواسعة ، انعدام التغذية، ارتفاع نسبة البوتاسيوم إلى الصوديوم، التصريف الليمفاوي الفعّال.
٦. إنتاج الركائز: يُنتج البربخ مادة الغليسيريل فوسفوريل كولين الذي تستعمله الحيوانات المَنَويّة في الجَهاز التناسلي الأنثوي فقط حيث يتفكك إلى كولين وغليسرول وفوسفور ، يُستهلك الغليسرول من قبل النطاف اما الكولين فيتحد مع الأسيتات في الرحم ليكون الأستيل كولين الذي يزيد من تقلصات الرحم والتي تساعد في نقل الحيوانات المَنَويّة إلى قناة فالوب.
٧. يعد البربخ مقبرة للنطاف الميتة أو غير المقذوفة ويتم ذلك بواسطة خلايا بلعمية موجودة في قناة البربخ.

رابعاً ـ الأسهر والأمبولا (Ductus Deferens and Ampulla): لكل خِصْيَة وعاء ناقل يبدأ من البربخ ويصعد داخل الحبل المَنَويّ الذي يمر من خلال القناة الأربية إلى التجويف البطني ثم يتصل بالإحليل الحوضي عند المجمع المَنَويّ. وعند معظم الأنواع الحيوانية يتصل بالجزء النهائي من الأسهر مجموعة غُدَد متشعبة القنوات تشكل الأمبولا، (غير موجودة عند الخنازير) . تُبطن هذه القنوات بطبقة من الخلايا الظِهَاريّة والتي تحيط بها طبقتين من الألياف العضلية الملساء الطولانية والدائرية.

وظائف الأسهر والأمبولا:
١. نقل الحيوانات المَنَويّة بفضل الحركات التمعجية.
٢. التخزين الجزئي للحيوانات المَنَويّة (تبقى حية ٧٢ ساعة).
٣. تغذية الحيوانات المَنَويّة: حيث تفرز الفركتوز الضروري لحركة الحيوانات المَنَويّة.
٤. تنتج حمض السيتريك الذي ينظم حموضة السائل المَنَويّ.

خامساً ـ الإحليل (Urethra): وهو ممر مشترك بولي تناسلي تصب فيه القناتان الناقلتان للنطاف وغدة البروستات والحويصل المَنَويّ و غدة كوبر. ويقسم لجزأين إحليل حوضي وإحليل قضيبي.
يخرج الإحليل من الحوض مروراً في القضيب وانتهاءً بالفتحة البولية التناسلية في قلفة القضيب.ويوجد على عنق المثانة أنسجة متكهفة تسمى المجمع المَنَويّ تقفل عنق المثانة وتمنع نزول البول عند القذف.

سادساً ـ القضيب (Penis): وهو عضو الجماع عند الذكر حيث يقوم بنقل النطاف من المجاري التناسلية الذكرية إلى الجَهاز التناسلي الأنثوي.يتألف القضيب من جذر وجسم وحشفة.
يتركب القضيب من ثلاثة أجسام كهفية مكونة من نسيج انتعاظي حيث يزداد حجمها نتيجة الإنتعاظ . يتوضع اثنان من الأجسام الكهفية ظهرياً أما الآخر يحيط بالإحليل ويتوضع بطنياً.
يتصل جذر القضيب بالحوض بواسطة تشعبين جانبيين يطلق عليهما كرمتي القضيب اليمنى واليسرى.
تتواجد عضلتان عند قاعدة القضيب هما العضلة الوِرْكيّة الكهفية والعضلة البصلية الكهفية.

يوجد نوعان للقضيب:

القضيب الليفي : يوجد عند (الثور ، الخنازير الكباش ، الجمال) يأخذ القضيب في وضعية الارتخاء شكل حرف (S) وتسمى بالطية السيغماوية. ويحتاج لوقت أقل للانتصاب والقذف يستغرق (ثوانٍ ـ دقيقة)

القضيب الوعائي: يوجد عند (الحصان ، الحمار ، القرد ، الإنسان) ويحتاج لوقت أكثر للانتصاب والجماع والقذف (٣ ـ ١٠ دقائق).

القلفة (Perpuce): عبارة عن انغماد جلدي يحمي نهاية القضيب ويحمي الحشفة من العوامل الخارجية.

ملاحظة : يوجد تركيب تشريحي يسمى الحبل المنوي (Spermatic Cord) وهو عبارة عن تركيب تشريحي يحتوي على الشريان المنوي والوريد المنوي والقناة الناقلة للنطاف والأوعية اللمفاوية والأعصاب التي تتصل بالخصية ويُحاط من الخارج بالعضلة المشمرة الخارجية، ويخترق هذا الحبل القناة الإربية ليصل إلى تجويف الحوض حيث تتفرع مكوناته بشكل مستقل عن بعضها.

سابعاً ـ الغُدَد الجِنسية الثانوية Accessory Male Genital Glands

تشمل الغُدَد الملحقة عند الذكر الحويصل المَنَويّ والبروستات والغدة البصلية الإحليلية وتتوضع هذه الغُدَد على طول الجزء الحوضي من الإحليل وتملك قنوات تصب إفرازاتها في الإحليل.

تضاف إفرازات الغُدَد الجنسية الثانوية أثناء القذف إلى السوائل المفرزة من الخصى ، وقنوات البربخ ، والوعاء الناقل لتشكل مع النطاف البلازما المَنَويّة .وتتميز هذه الغُدَد بانها ذات تركيب انبوبي متشعب ، ومفصص ، وجدرانها غنية بالألياف العضلية الملساء . تبدي الانواع الحيوانية اختلافات تشريحية ومورفولوجية تجاه هذه الغُدَد وهذه الغُدَد هي :

الغُدَد الحويصلية المَنَويّة Vesicular Glands : هما زوج من الغُدَد يتوضع كل منهما على جانبي الأمبولا وتفتحان في الإحليل الحوضي قرب النهاية الدانية لفتحة الأسهر ، يختلف شكل الغدد حسب الحيوان فهي مفصصة تشبه عنقود العنب عند الثيران لكنها ملساء عند الحصان. تشكل إفرازات الحويصلين المنويين أكثر من ٥٠ % من حجم القذفة . هذه الغدد غير موجودة عند الجمال والكلاب والقطط

وظائف الحويصل المنوي أو الغدة المنوية:

١. تشكل المصدر الرئيس للفركتوز في البلازما المنوية.
٢. تُنتج حمض الستريك الذي يعمل كمنظم في السائل المنوي.
٣. تحتوي على مواد تعمل بالتشارك مع إفرازات البروستات على تجلط السائل المنوي بعد قذفه حيث تؤدي لسد المهبل كما في بعض الحيوانات مثل القوارض.
٤. عند الثيران تشكل إفرازاتها الجزء الأعظم من السائل المنوي

البروستات (المُوثة) Prostate Gland : وهي غدة وحيدة تتواجد على السطح الظهري لعنق المثانة وجزء كبير يحيط بالإحليل الحوضي عند القسم الوسطي منه، تصب إفرازات البروستات عبر مجموعة من القنوات تصب في الجزء الخلفي من الإحليل.تعد إفرازات البروستات غنية بالفوسفور والكالسيوم وحمض الليمون والكولين وبعض الخمائر .

وظائف البروستات

١. عند اللواحم والإنسان تشكل إفرازاتها الجزء الأكبر من السائل المنوي.
٢. تساهم إفرازاتها في تجلط السائل المنوي عند الخيول واللواحم والإنسان.
٣. تعمل كمحلول منظم من خلال حمض السيتريك.
٤. تعديل حموضة الوسط المهبلي ذو الطبيعة الحامضية.
٥. تعد إفرازاتها مسؤولة عن الرائحة الخاصة بالسائل المَنَويّ .
٦. تفرز البروستاغلاندين الذي يساعد على انقباض عضلات الرحم بعد قذف السائل المنوي.

الغُدَة البصلية الاحليلية (غُدَة كوبر) Cowpers Glands : وهي زوج من الغُدَد الصغيرة تقعان على جانبي النهاية الخلفية للإحليل الحوضي قرب مخرجه من التجويف الحوضي ، عند الثيران تكون مغطاة بالعضلة البصلية المبالية ، تمتلك كل غدة قناة تفتح في الإحليل .

وظائف غدة كوبر:

١. إفرازاتها بيضاء حليبية تنظف مجرى البول قبل قذف السائل المنوي.
٢. تشكل إفرازاتها عند الخنازير خثرات تتراكم على فتحة عنق الرحم وتشكل بذلك سدادة مهبلية تمنع عودة السائل المنوي من عنق الرحم إلى المهبل بعد الجماع.

آلية الإنتصاب: (Mechanism of Erection)

الانتصاب فعل منعكس يحدث عن طريق المركز العصبي القَطَنيّ العَجُزيّ للنخاع الشوكي.
في البداية يجب وجود مؤثر خارجي جنسي (لمس ، نظر ، شم) وتختلف ميكانيكية الانتصاب في الحيوانات فمثلاً في الكباش والثيران فإن القضيب يتمتع ببنية ليفية مرنة لذلك لا يحتاج لورود كمية كبيرة من الدم حيث يكون الانتصاب أسرع مقارنة بالحصان والكلب (قضيب وعائي).
تنبيه الأعصاب الحسية يؤدي إلى تنبيه مناطق في المخ والتي بدورها ترسل دفعات عصبية تنتقل إلى الأعصاب العَجُزيّة (١،٢،٣) والتي تتحكم بعملية الانتصاب حيث تنبه الأجسام المتكهفة والذي يؤدي إلى اتساعها مع زيادة كمية الدم الوارد. وبنفس الوقت تتقلص العضلة الورْكيّة المتكهفة والبصلية الكهفية حيث تضغطان على أوردة القضيب عند القوس الورْكيّ والذي يؤدي إلى تقليل كمية الدم الخارجة وهكذا نتيجة زيادة الدم الوارد وقلة الدم الصادر تمتلئ الأحياز الدموية بالدم ويحدث الانتصاب.

آلية القذف (Mechanism of Ejaculation):

تتم عملية القذف تحت تأثير العصب الودي وذلك بتنبيه القنوات الناقلة التي يحدث فيها انقباضات سريعة متتالية تبدأ من القنوات الصادرة وتنتهي عند نهاية الإحليل وبنفس الوقت تحصل انقباضات للغُدَد الملحقة فيحصل القذف. يختلف مكان القذف حسب الحيوان فعند الخيول والخنازير والكلاب يتم القذف في عُنُق الرحم أما عند الثيران والكباش فيتم في القبو الظهري للمَهْبل. **في أثناء القذف تقوم عضلة المجمع المَنَويّ بالضغط على أسفل عُنُق المثانة لتمنع نزول البول أثناء القذف.**

السائل المنوي (Semen) :

يتكون السائل المنوي من الحيوانات المنوية التي تكون معلقة في سائل يدعى بلازما السائل المنوي . تتشكل الحيوانات المنوية في الأنابيب المنوية أما بلازما السائل المنوي فتتشكل من إفرازات البربخ والغدد الملحقة.

الوظيفة الرئيسية لبلازما السائل المنوي هي نقل الحيوانات المنوية من الجهاز التناسلي الذكري إلى الجهاز التناسلي الأنثوي. تحتوي بلازما السائل المنوي على المواد الضرورية لتغذية الحيوانات المنوية وحمايتها ويتكون السائل المنوي من:

مكونات السائل المنوي:

١. الحيوانات المنوية.
٢. الماء (٩٠ ـ ٩٧)% من بلاسما المني.
٣. الأملاح المعدنية (بوتاسيوم ، كالسيوم ، صوديوم، حديد).
٤. حمض الستريك
٥. الفركتوز.
٦. الفوسفوريل كولين.
٧. الغلوسيريل فوسفوريل كولين.
٨. البروستاغلاندين.
٩. مولد الببسين ، محلل الليفين.
١٠. فيتامين ج.

خصائص السائل المنوي :

اللون : اللون الطبيعي هو أبيض حليبي ويختلف اللون تبعاً لتركيز الحيوانات المنوية ، فالسائل الذي يحتوي على تركيز منخفض تكون مائية اللون وفي حال كان اللون أصفر دليل على وجود حيوانات منوية ميتة أما إذا كان لونه أحمر فهذا دليل على وجود دماء.

الحجم: يختلف حجم القذفة حسب عمر ونوع الحيوان وتبعاً للنشاط الجنسي ويوضح الجدول اللاحق حجم القذفة عند ذكور بعض الحيوانات.

تركيز الحيوانات المنوية: يتراوح تركيز الحيوانات المنوية من الصفر في حال انعدام النطاف إلى بضعة ملايين،يكون تركيز الحيوانات المنوية في البربخ متساوياً عند جميع حيوانات المزرعة ولكن بعد أن يمتزج بإفرازات الغدد الملحقة يتباين التركيز كثيراً. ويوضح الجدول اللاحق تركيز الحيوانات المنوية لعدة أنواع من الحيوانات.

جدول (١) بعض المواصفات التشريحية التفريقية في أجهزة التناسل الذكرية وبعض خواص السائل المنوي عند الحيوانات

الحيوان	الصفة التشريحية	حجم القذفة	التركيز مليون /مل
الثور	كيس الصفن بين الفخذين	6	1200
	وجود الطية السغمية في القضيب		
الجمال	كيس الصفن ملاصق للعجان	8.5	400
	الغدة المنوية غير موجودة		
الحصان	غدة الموثة تتألف من فصين أيمن وأيسر	125	120
الخنازير	كيس الصفن ملاصق للعجان أسفل فتحة الشرج	215	250
	الأمبولا غير موجودة		
	الغدة المنوية كبيرة		
الكباش	يحتوي القضيب على الزائدة المبالية طولها ٣ سم	1	3000
	وجود الطية السيغماوية في القضيب		

الحركية: يتم تقدير حركية الحيوانات المنوية ونشاطها بواسطة المجهر، والحركة الطبيعية للحيوانات المنوية هي الحركة المستقيمة التقدمية ، ولكن قد يوجد بعض الحركات الشاذة كالحركة الدائرية ، ويجب أن يكون النشاط الجماعي لحركة الحيوانات المنوية قوية وشديدة.
درجة الحموضة (PH): تتباين حموضة السائل المنوي حسب نوع الحيوان(٦.٤ ـ ٧.٨) وهي حامضية عند معظم الحيوانات عدا الخنازير والجمال وكلما ازدادت حموضة السائل المنوي ازدادت جودته والعكس صحيح ، فوجود الحيوانات المنوية الميتة يزيد من قلوية السائل المنوي.
التخثر: يتخثر السائل المنوي بعد القذف نتيجة وجود إفرازات نوعية من الغدد الملحقة لكنه يعود ويتميع بعد ١٥ دقيقة نتيجة وجود الأنزيمات.

العوامل التي تساهم في تنظيم تشكل النطاف:

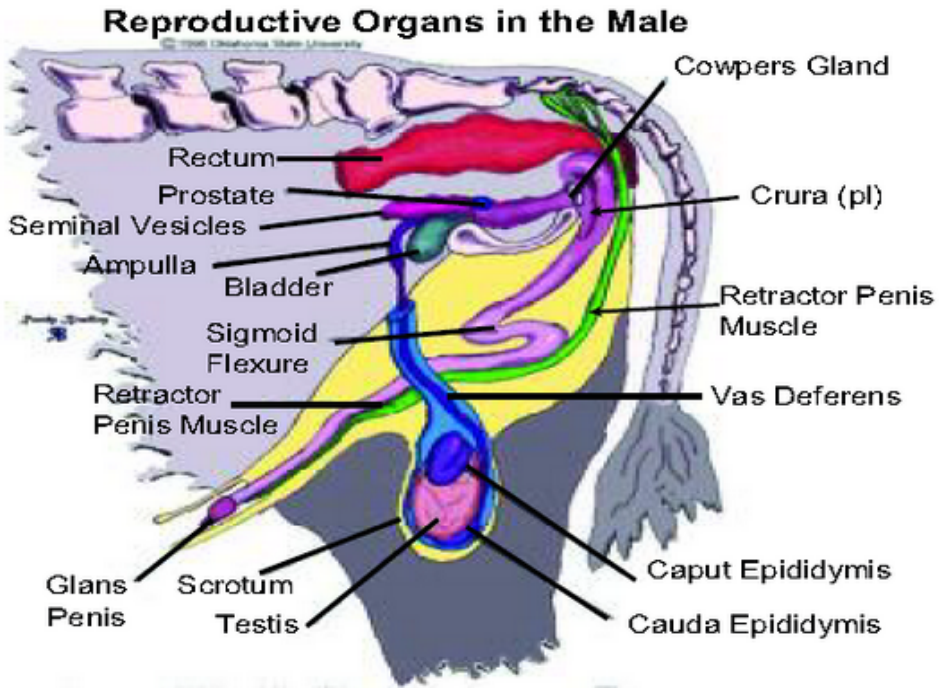
١. **الأندروجينات:** ومنها التستوستيرون المفرز من خلايا ليدج التي تتوضع في النسيج الضام بين الأنيبيبات المنوية.
٢. **هرمونات الجونادوتروبين** (FSH , LH) حيث أن إفراز الأندروجينات يخفض من إفراز هرمون (LH)تحت تأثير التلقيم الراجع، بينما هرمون (FSH) يؤثر على خلايا سيرتولي محفزاً إياها على إفراز مركبات كيميائية تقوم بربط الأندروجينات ومسهلاً تأثيرها على أمهات المني.
٣. **عوامل النمو :** تنتجه خلايا سيرتولي الذي يحفز تكاثر الخلايا المولدة للنطاف.
٤. **البرولاكتين:** إن فرط البرولاكتين يؤدي إلى خفض واضح في إفراز هرمون (LH) والذي يؤدي إلى خفض تشكيل التستوستيرون في خلايا ليدج ويصبح الذكر عنيناً.
٥. **الأوكسيتوسين:** يتم تخليقه في خلايا ليدج ويحفز تقلص الخلايا العضلية في جدران الأنيبيبات المنوية كما يحفز المراحل الأخيرة من تشكل الخلايا المنوية ونقصه يؤدي إلى تدهورها.
٦. **الأنسولين:** يؤثر على استقلاب الغلوكوز وبالتالي يؤثر على خلا سرتولي ، فمرض السكري مثلاً يؤثر سلباً على تشكل الحيوانات المنوية نتيجة تأثيره على خلا سيرتولي.

العوامل المؤثرة في اختلال تشكل الحيوانات المنوية:

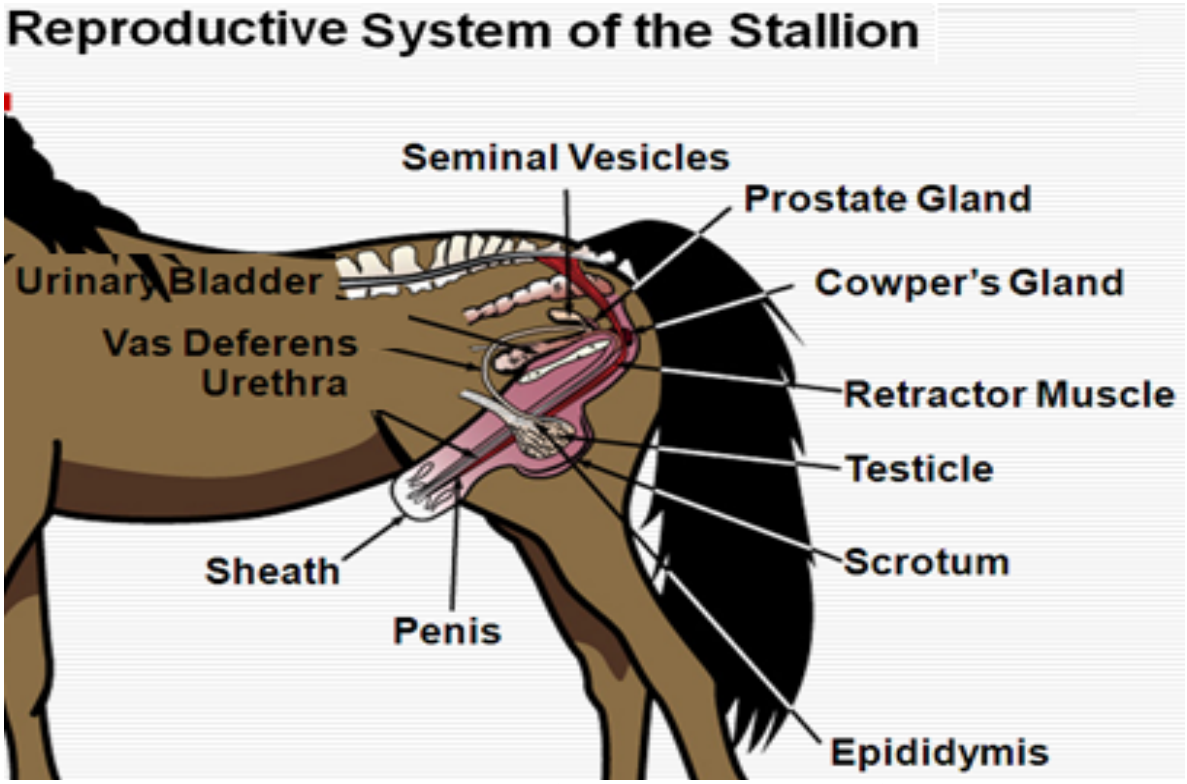
١. **العوامل البيئية** ومنها ارتفاع الحرارة(حيث تؤثر على طلائع الحيوانات المنوية) والأشعة (تؤثر على أمهات المني).
٢. **عوامل كيميائية :** السموم والمبيدات التي تؤدي إلى تشوه الحيوانات المنوية والتسمم بالرصاص والكادميوم.
٣. **العوامل الغذائية** وخاصة نقص فيتامين (A,E,B) ونقص عنصر الزنك.

شذوذات واختلالات تشكل الحيوانات المنوية:

١. **اللامنوية (Azoospermia):** تلاحظ نتيجة التشوهات الجنينية أو نتيجة الأمراض. حيث ينعدم تكون الحيوانات المنوية.
٢. **قلة الحيوانات المنوية (Oligospermia):**
٣. **موت الحيوانات المنوية (Necrospermia):** حيث تنعدم حركة الحيوانات المنوية في السائل المنوي الطازج ويحدث ذلك نتيجة الأمراض أو التعرض للعوامل البيئية أوالكيميائية أو الفيزيائية أو نتيجة عدم تكامل مكونات الأغذية.
٤. **تشوهات الحيوانات المنوي:** يظهر شذوذات في الشكل كالحيوانات المنوي العملاقة أو مزدوجة الرأس. وجدير بالذكر أن نسبة الشذوذات في شكل الحيوانات المنوية في السائل المنوي المعد للتلقيح الصناعي يجب أن لا تجاوز ٣٠% ويجب أن تكون نسبة الحيوية ٦٠% ويتم تحديد ذلك بواسطة مجموعة من الاختبارات على السائل المنوي قبل استخدامه.



شكل (٢٧) تشريح جهاز التناسل الذكري للثور



شكل (٢٨) تشريح جهاز التناسل الذكري للحصان

الهرمونات التي تؤثر على التناسل

الهرمونات هي مواد كيميائية تُفرز من الغدد الصم حيث تصل الدورة الدموية لتحدث أثرها بعيداً عن مكان إفرازها ، والغدد الصم لا تحتوي على أقنية مفرغة بل تُلقي بهرموناتها مباشرة في الدم.

أولاً ـ هرمونات تحت المهاد أو تسمى بالهرمونات المُطْلِقة
Hypothalamus & Releasing Hormone

تُفْرَز هذه الهرمونات (أو كما تسمى بعوامل الانطلاق Releasing factors) من خلايا متخصصة موجودة في تحت المهاد Hypothalamus الذي هو جزء من الدماغ.. وتعد عوامل الانطلاق حلقة الوصل بين الأفعال والتأثيرات العصبية الخارجية وكيفية تحويلها إلى تأثيرات هرمونية . يساعد الهيبوتالاموس الحالة الهرمونية الداخلية للحيوان حيث أنه يستقبل مؤثراته من التحفيزات الخارجية ويترجم هذه النبضات العصبية بإنتاج عوامل انطلاق والتي هي (مواد كيميائية تحفز أو تفرمل انطلاق هرمونات الفص الأمامي من الغدة النخامية). ويتم تنظيم إفراز الهيبوتالاموس بواسطة آلية التغذية العكسية (التلقيم الراجع).

ويمكن تلخيص العملية أعلاه بما يلي :

إن عوامل الانطلاق أو الفرملة تحت المهادية هي :-

١. مواد تنتج ضمن الخلايا العصبية لتحت المهاد .
٢. تنقل أسفل محاور هذه الخلايا العصبية عن طريق النهايات العصبية الصادرة.
٣. تطلق من النهايات العصبية استجابة لحافز عصبي ملائم .
٤. تنتقل عن طريق أوعية متخصصة إلى خلايا الفص الأمامي للغدة النخامية الذي يستجيب بإطلاق الهرمون الموافق لعامل الانطلاق..

وأهم الهرمونات الوطائية (الوطاء = تحت المهاد = الهيبوتالاموس):

١. الهرمون المطلق لموجهة الغدد التناسلية.
٢. الهرمون المثبط للبرولاكتين.
٣. الهرمون المطلق للبرولاكتين.
٤. الهرمون المطلق للميلانين.
٥. الهرمون المطلق للموجهة الدرقية.
٦. الهرمون المطلق للموجهة القشرية.
٧. الهرمون المطلق لهرمون النمو.
٨. الهرمون المثبط لهرمون النمو.

الهرمون المطلق لموجهة الغدد التناسلية
(Gonadtropin Releasing Hormone) (GnRH)

١. تركيبه بروتيني(عديد الببتيد)
٢. ينتج من الهايبوثلاموس
٣. يؤثر على الغدة النخامية الأمامية مؤدياً إلى إفراز الهرمون المنشط للحويصلات FSH و الهرمون المنشط للإباضة LH
٤. يستعمل لإحداث التبويض ولمعالجة تحوصل المبايض Ovarian Follicular cyst

ثانياً ـ هرمونات الغدة النخامية(Pituitary Gland):

تفرز الغدة النخامية الأمامية عدة هرمونات ببتيدية مهمة وهي هرمون موجهة الغدد التناسلية ، وهرمون البرولاكتين وهرمون النمو وهرمون الموجهة الدرقية وهرمون موجهة قشرة الكُظْر.

هرمون موجهة الغدد التناسلية (الموجهة القندية) (Gonadotropin):

وتتضمن هرمونين هما

الهرمون المنبه للجريب (FSH) (Follicle__ Stimulating Hormone)

والهرمون المُلوتن (LH) (Luteinizing Hormone)

١ ـ الهرمون المنبه للجريب (FSH) (Follicle__ Stimulating Hormone)

١. بنيته بروتينية.
٢. ينتج من الغدة النخامية الأمامية(Anterior pituitary).
٣. تنشيط نمو حويصلات جراف من الجريبات الابتدائية إلى حويصلة غراف الناضجة.
٤. ينشط تغيرات حيوية مثل زيادة استهلاك الاوكسجين وزيادة تصنيع البروتين وبخاصة في خلايا الغلاف الحويصلي، وساعد على تطور جوف الجريب.
٥. ينشط إنتاج الأستروجين من الخلايا الحبيبية في الجريب في المبيض.
٦. ينشط إنتاج الحيوانات المنوية.
٧. ينشط خلايا سترولي لإنتاج المواد المغذية للحيوانات المنوية.

الهرمون المُلوتن (LH) (Luteinizing Hormone) أو هرمون الإباضة

١. بنيته بروتينية.
٢. يفرز من الفص الأمامي الغدة النخامية الأمامية
٣. يسبب انفجار الجريب الناضج وحدوث الإباضة.
٤. ينشط تكون الجسم الأصفر بواسطة تحول الخلايا الجريبية في الحويصل المنفجر إلى خلايا لوتئينية.
٥. يحفز على إنتاج البروجسترون من الخلايا الحبيبية في الجسم الأصفر.
٦. يؤدي في مستواه العادي مع الهرمون المنشط للحويصلات (FSH)إلى إنتاج الأسـ تروجين من الحويصلات في المبيض
٧.ينشط خلايا ليدج على إفراز هرمون التستوستيرون وبالتالي ينشط إنتاج الحيوانـات المنويـة وإظهار الصفات الجنسية الثانوية ويُنشط الرغبة الجنسية.

هرمون البرولاكتين Prolactin (Lactotropic Hormone (LTH))

١. ينتج هذا الهرمون من الفص الأمامي للغدة النخامية.
٢. يسمى محفز تكوين الحليب.
٣. هذا الهرمون مسؤول عن إدرار الحليب عند الإناث.
٤. له تأثير محفز على نمو وبقاء الجسم الاصفر في بعض الحيوانات.
٥. يعمل بالتعاون مع الاستروجين على تنشيط نمو قنوات غدة الثدي.
٦. ويعمل مع البروجستيرون على نمو وتطور أسناخ (حويصلات) غدة الثدي.

هرمون أوكسي توسين Oxytocin

١. ينتج من الهايبوثلامس ويفرز من الفص الخلفي للغدة النخامية..
٢. قد ينتج من الجسم الأصفر في الأطوار الأخيرة من الحمل أو من المشيمة والرحم.

٣. يؤدي لإنقباض عضلات الرحم والقناة الناقلة للبيوض أثناء الجماع والذي يساعد في انتقال الحيوانات المنوية والخلايا البيضية إلى مكان الاخصاب.
٤. يساعد هذا الهرمون مع هرمون الأستروجين والبروجسترون في ارتخاء أربطة الحوض ويساعد في الولادة.
٥. يساعد في توسيع عنق الرحم.
٦. يساعد في نمو الضرع.
٧. ضروري للبدء بعملية الولادة حيث يؤدي إلى انقباضات الرحم.
يفز تقلص الغلالية للحويصلات اللبنية والقنوات الموجودة في الضرع مسبباً الإدرار.
٩. يساعد في انقباض القنوات الناقلة للحيوانات المنوية حيث يؤدي إلى تقلصها.
١٠. يؤدي إلى إحداث الإباضة نتيجة تأثيره على الغلاف الداخلي لحويصلة جراف.
١١. يساعد في تحلل وتراجع وضمور الجسم الأصفر
البدء بإفراز هذا الهرمون ينتج عنفعل عصبي انعكاسي ناشئ عنتوسع المهبل أثناء الولادة وكذلك بفعل الإرضاع.

ثالثاً ـ هرمونات الغدد التناسلية (هرمونات القند أو الهرمونات الجنسية) (Sex Hormones) وهي هرمونات ستيروئيدية

الأستروجين Estrogen, Estradiol

١. يفرز من االغلاف الداخلي لحويصلة جراف تحت تأثير هرمون(FSH).
٢. يؤدي إلى ظهور علامات الشياع.
٣. يهيئ بطانة المَهبل والطبقة المخاطية للرحم وعنق الرحم وقناة فالوب لاستقبال النطاف.
٤. يساعد في ظهور الصفات الجنسية الأنثوية
٥. يساعد في تطور غدة الثدي
٦. هام لأجل نمو الجهاز التناسلي الأنثوي
٧. يساعد في إحداث تقلصات الرحم.
٨. يمنع عند الذكور تمَوُّت أمهات المني.
٩. لها تأثيرات أيضية بنائية Anabolic

البروجستيرون (Progesterons)

١. يفرز من الجسم الأصفر حيث يُصنع في الخلايا الحبيبية الصفراء (اللوتئينية).
٢. يفرز بكميات قليلة من الخلايا الحبيبية في الحويصلات المبيضية وقبل التبويض .
٣. يهيئ مخاطية الرحم على انغراس وتعشيش البُييضة الملقحة.
٤. يمنع تقلصات عضلة الرحم لأنه يُثبط إفراز الأوكسيتوسين .(مفرمل للرحم).
٥. ينشط تطور المشيمة والتي تصبح مصدراً آخرَ له في الثلث الأخير للحمل .
٦. يمنع نمو جريبات جديدة في المبايض.

هرمون الريلاكسين (Relaxin Hormon) :

١. يفرز في أواخر الحمل وينتج من الجسم الأصفر.
٢. وظيفته إحداث استرخاء في ارتفاق عظم العانة بسبب تكسر الغضاريف الكولاجينية إلى خيوط دقيقة .ففي الابقار والاغنام يرخي المفاصل الحرقفية العجزية ليوسع قناة الولادة بالتعاون مع البروجستيرون ،
٣. يكبح التقلصات الرحمية التي يُحدثها هرمون الأستروجين .
٤. يتشكل عند الذكور في البروستات حيث ينشط حركة الحيوانات المنوية.

الاندروجينات Androgens:

هي مجموعة من الهرمونات الستيرويدية مسؤولة عن اظهار الصفات التناسلية الذكرية، لذا تعرف بالهرمونات الذكرية رغم وجودها في الاناث أيضا وبكميات قليلة. واهم هذه الهرمونات هو التستوستيرون.

هرمون التستوستيرون (Testosteron Hormone):

١. يُفرز من الخلايا البينية (خلايا ليدج) المنتشرة بين الأنابيب المنوية الدقيقة في الخصية.
٢. يُفرز بكمية قليلة من قشرة الكُظْر.
٣. تُفرز من المبيض والمشيمة في الإناث لكن تأثيره غير جوهري لتغلب الهرمونات الانثوية عليها.
٤. إظهار الرغبة الجنسية عند الذكور.
٥. تنشيط نمو الغدد الملحقة بجهاز التناسل الذكري.
٦. تحفز تطور الصفات الجنسية الثانوية الذكرية.
٧. لها دور في الإستقلاب العام للجسم وزيادة سماكة العظام والنسيج العضلي.
٨. تمايز الأعضاء التناسلية الذكرية في المرحلة الجنينية ونزول الخصيتين إلى كيس الصفن.
٩. تنشيط تمايز وتشكل الحيوانات المنوية.

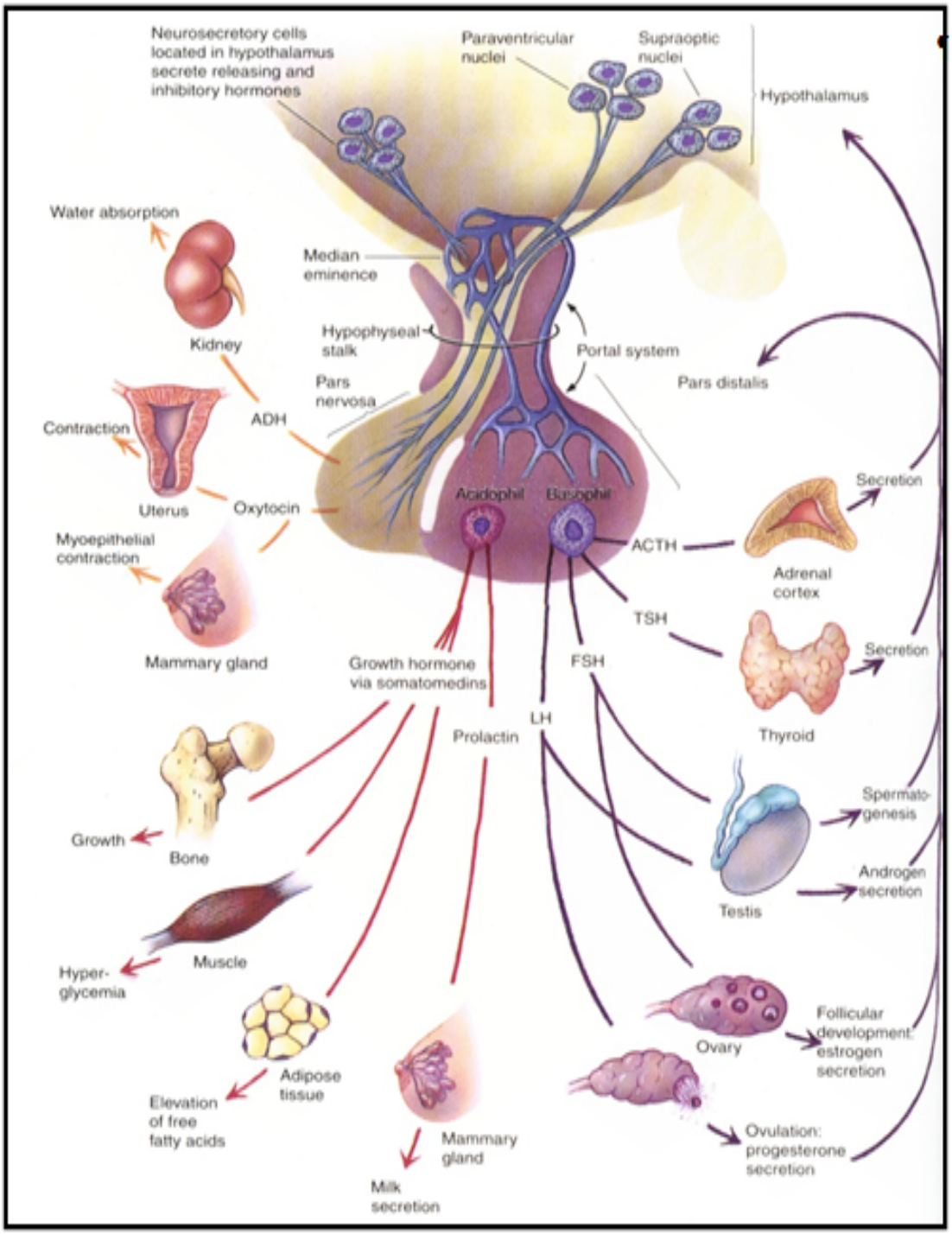
رابعاً ـ هرمونات أخرى تؤثر على التناسل:

الميلاتونين: وهو هرمون غير ستيروئيدي

١. يفرز من الغدة الصنوبرية (**Pineal Gland**) وهي غدة صغيرة في أسفل الدماغ. وتأخذ شكل حبة الصنوبر الصغيرة. .وتقع ضمن تجويف عظمي في جمجمة الإنسان أسفل الدماغ، خلف الغدة النخامية.
٢. يتنوع إنتاج هرمون الميلاتونين تبعًا لفترات النور والظلام في البيئة حيث يفرز في وقت الليل. وتقع الغدة في معظم الطيور والأسماك والزواحف في مؤخرة الرأس تحت الجلد تماماً، ولذلك فهي تستجيب مباشرة للضوء الذي يخترق الجلد.
٣. أما في الثدييات بما فيها الإنسان فتقع بالقرب من مركز الدماغ. وهي تحصل على المعلومات الخاصة بالضوء في البيئة المحيطة عن طريق الأعصاب الصادرة عن العين.
٤. وعمومًا فإن الضوء يُبطئ إنتاج الغدة الصنوبرية من الميلاتونين، والظلام يُنشِّطه، ولذا تميل الغدة إلى إفراز كميات صغيرة من الميلاتونين أثناء النهار، وكميات كبيرة بالليل. يحفظ إفراز الغدة للميلاتونين في معظم الفقاريات الحيوان متزامنًا أو متوافقًا مع البيئة.
٥. والغدة الصنوبرية تستجيب لطول النهار والليل المتغيّر خلال العام . حيث تحدث الاستجابة التكاثرية الملائمة تبعاً لذلك وهي بالتالي تؤثر على الحيوانات موسمية التناسل ، ويمكن أن يكون تأثيرها من خلال تداخلها في التأثير على هرمونات الهيبوتلاموس والغدة النخامية.

البروستاغلاندينات: وهي شبه هرمونات (غير ستيروئيدية)

١. تفرز عند الإناث من من قبل الخلايا الحبيبية للجريبات وتلعب دور هام في انفجارها.
٢. يتم تصنيعها في الرحم في المراحل الأخيرة منه حيث تسبب تراجع الجسم الأصفر خاصة عند المجترات.
٣. يتم تخليقه موضعياً في الجسم الأصفر عند الأنواع التي لا تصنعه في الرحم مثل القرود. ويسبب تراجع الجسم الأصفر ايضاً.
٤. يفرز من البروستات ت عند الذكور وينشط تقلصات الرحم بعد القذف.



شكل (٢٩) الهرمونات التي يفرزها الهيبوتالاموس والغدة النخامية والغدد الصم الأخرى وتأثيراتها على الأعضاء

هرمون القند المشيمي البشري Human Chorionic Gonadotropin (HCG)

- ينتج من مشيمة المرأه الحامل وبعض الحيوانات من الرتبة الأولى من الثديات .
- بنيته بروتينية سكرية.
- له نشاط مشابه للهرمون الملوتن (LH)
- له نشاط مشابه للهرمون المنشط لحويصلة جراف (FSH).
- يستعمل للكشف عن الحمل لأنه يمكن قياسه بعد ٨ أيام من الإخصاب.
- يستعمل في علاج المبيض المتحوصل في الأبقار (Cystic Ovaries)

هرمون مصل الفرس الحامل Pregnant Mare Serum Gonadotropin (PMSG)

- ينتج من بطانة رحم الفرس الحامل (Endometrial) من يوم ٤٠ إلى يوم ٨٥
- له نشاط هرموني محفز لحويصلة جراف (FSH)
- كذلك له نشاط محفز لهرمون التبويض (LH)
- هو بروتين سكري Glycoprotein
- يستعمل في الأغنام من أجل إحداث الشبق خارج الموسم التناسلي.

****

الإباضة والدورة التناسلية

لمحة نسيجية لبنية المبيض:

يتكون المبيض من منطقتين هما اللب والقشرة.

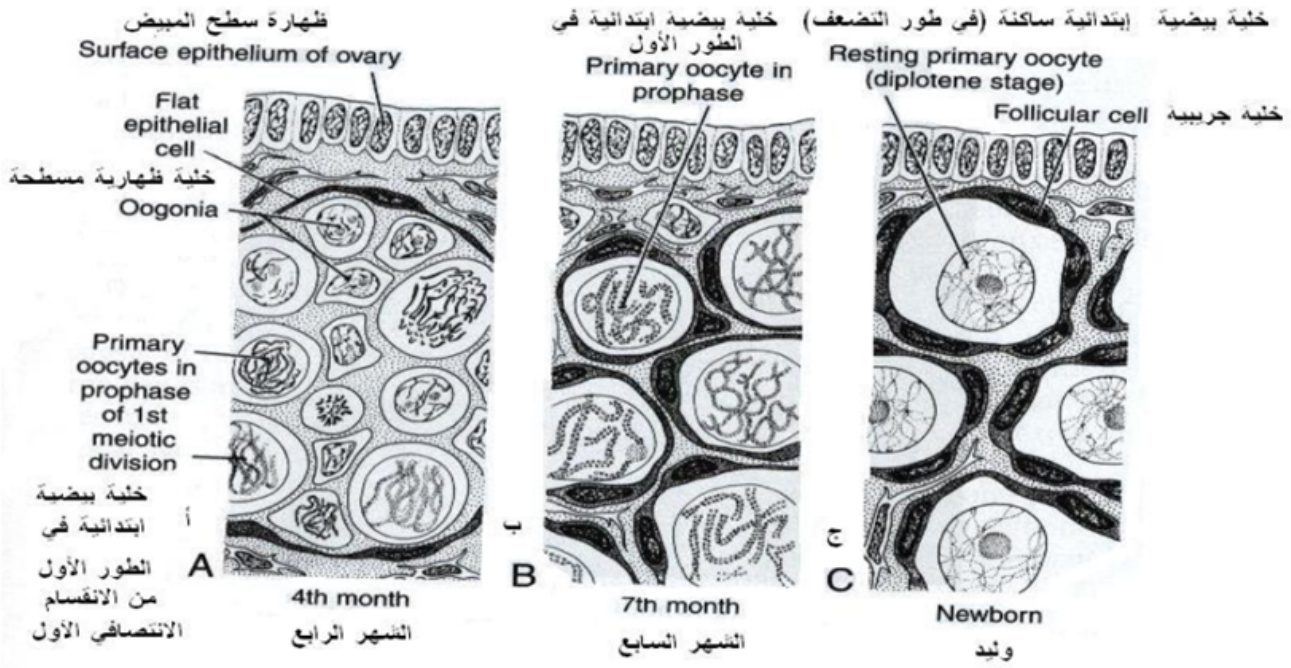
منطقة اللب يتكون من الأوعية الدموية والأعصاب والأوعية اللمفية وأنسجة ضامة. وتحيط به القشرة من الخارج.

منطقة القشرة تتكون من عدة طبقات:

١. **الطبقة الأولى:** هي خلايا ظهارية مكعبة متراصفة تسمى بشرة المبيض.

٢. **الطبقة الثانية:** تتكون من خلايا نسيج ضام وتسمى الغلالة البيضاء وهي غنية بأنواع مختلفة من الخلايا الليفية (ألياف).

٣. **الطبقة الثالثة:** تتكون من الجريبات والخلايا الخلالية التي تفرز الأستروجن ومن خلايا النسيج الضام(الخلايا المصورة لليف وتسمى الفيبروبلاست) وبعض الخلايا العضلية والشعيرات الدموية و اللمفية ونهايات الأعصاب . ويتكون الجريب من الخلايا البيضية المحاطة بطبقة من الخلايا الظهارية المسطحة تسمى بالخلايا الجريبية .



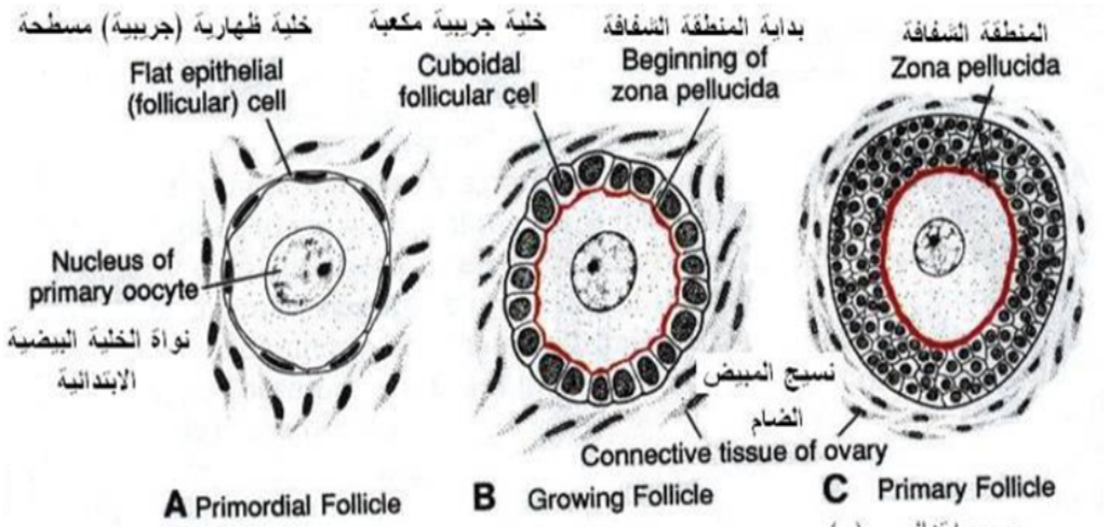
شكل (٣٠) مراحل نمو الجريبات بدءاً من الحياة الجنينية إلى الولادة

عند الولادة تكون جميع الجريبات من نوع الجريبات الابتدائية التي تحتوي على خلية بيضية في الطور الأول من الإنقسام المنصف الأول وتبقى في هذه المرحلة إلى ما بعد سن النضج الجنسي حيث تتطور إلى مراحل أخرى من الجريبات تحت تحت تأثير هرمونات الغدة النخامية.وبعد النضج الجنسي تنمو الجريبات بمراحل مختلفة حيث يصل بعضها للنضج. أما الجريبات التي لا تستطيع النمو أو النضج فتموت وتتحول إلى جريبات رتقية وكثير من الجريبات يضمر في المرحلة الجنينية وقبل النضج الجنسي ولا يصل إلا عدد قليل جداً إلى مرحلة الجريبات الناضجة أو حويصلات غراف.

مراحل نمو الجريبات:

الجريبات الإبتدائية (primordial follicoles) وهي أصغر تنظيم جريبي حيث تحتوي على خلية بيضية من الدرجة الأولى (Oocyte-1) وتكون مُحاطة بطبقة من الخلايا الجريبية وتتوضع الجريبات الابتدائية في محيط المبيض على عدة طبقات.

الجريبات الأولية (Primary Folicular): حيث يزداد حجم الخلية البيضية من الدرجة الأولى وتتضخم الخلايا الجريبية ويتشكل حولها عدة طبقات من الخلايا المكعبة ويكون قطر الجريب ٠.٢ ـ ١٠ ملم. ويحتوي أيضاً على خلية بيضية من الدرجة الأولى (Oocyte-1)



شكل (٣١) نمو الجريبات الابتدائية إلى جريبات أولية وتشكل عدة طبقات من الخلايا الجريبية

الجريبات الكهفية أو الجريبات النامية أو الثانوية (secondary follicle): أكبر قليلاً من سابقتها حيث تصبح الخلايا الجريبية عدة طبقات وتشكل مجتمعة الطبقة الحبيبية ، ويتشكل الجوف الجريبي الذي يحتوي على السائل الجريبي ويزداد حجم البويضة وتكون الطبقة الحبيبية حول الخلية البيضية على شكل ركام خلوي يعرف بالركام المبيضي ويتشكل غشاء شفاف يحيط بالبويضة (Zona pellucida) ويفصلها عن الطبقة الحبيبية لكن تخترقه الزغابات التي تصدر عن الخلية البيضية وتتصل بالخلايا الحبيبية والتي تؤمن تبادل المواد فيما بينهما.تختفي هذه الزغابات قبل الإباضة.ويحاط الجريب الثانوي بغشاء قاعدي.

الجريبات الناضجة أو جريب دوغراف (DeGraff follicle): يزداد عدد طبقات الخلايا الجريبية وتصبح ٦ ـ٩ طبقات ويزداد حجم الجوف الجريبي الممتلئ بالسائل الجريبي ويصبح الركام الحامل للخلية البيضية أكثر وضوحاً. يبلغ قطر جريب غراف عند الأبقار ٢٠ ـ ٣٠ ملم ويتراوح قطر الخلية البيضية ١٥٠ ـ ٢٠٠ ميكرون ، تحيط بالمنطقة الشفافة عدة طبقات خلوية حبيبية تسمى **الطبقة الأولى منه بالتاج المشع (Corona Radiata).**

وظيفة الخلايا الحبيبية إيصال المواد الغذائية والهرمونات عن طريق قنيات دقيقة تصل بين الخلية البيضية والركام البيضي كما تمتلك وظيفة دعامية لحماية البويضة.

يبلغ عدد الجريبات الابتدائية عند الأبقار ١٠٠ ألف جريب عند الولادة تصبح ٧٥ ألف بعمر ٣ أشهر وتصبح في عمر سنة ٢٥٠٠ جريب ابتدائي و يصل منها إلى مرحلة حويصلة غراف ٣٠٠ فقط.

رغم الاحتياطي الكبير من الخلايا البيضية في مبايض الثدييات ، إلاّ أن معظمها يتدهور ويبقى عدد محدود يستطيع الوصول إلى مرحلة الإباضة **ويُعزى التدهور الجريبي إلى واحدٍ من الأسباب التالية:**

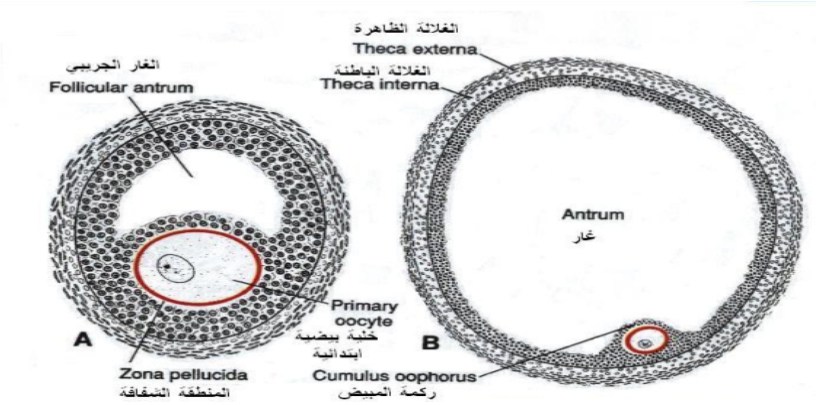
١. فقدان مستقبلات هرمونات (FSH) و (LH).
٢. الاختلال في التوازن الأندروجيني الأستروجيني لصالح الأندروجينات.
٣. وجود مثبطات في السائل الجريبي نفسة تحول دون تطور الجريبات.

الإباضة (Ovulation): هي عملية تمزق حويصلة غراف الناضجة وتحرر الخلية البيضية التي تكون محاطة بعدد من الخلايا الجريبية والتي تصل قمع قناة فالوب أو إحدى زغاباتها.

يتكون الجريب الناضج من عدة مكونات خلوية هي من الخارج للداخل :

١. الغِلالة الظاهرة للقراب الجُريبي (طبقة ثيكا الخارجية) تحتوي على خلايا عضلية وشعيرات دموية.
٢. الغِلالة الباطنة للقراب الجُريبي (طبقة ثيكا الداخلية) تحتوي على خلايا مصورة الليف و على خلايا خلالية تفرز الأستروجن.
٣. يتداخل مع الطبقات السابقة بعض الليفات الكولاجينية.
٤. الصفيحة القاعدية أو تسمى بالغشاء القاعدي.
٥. طبقة الغرانيولوزا أو تسمى بطبقة الخلايا الحبيبية.

إن خلايا تيكا الداخلية تمتلك مستقبلات هرمون (LH) فقط.بينما طبقة الغرانيولوزا مستقبلات هرمون (FSH) في جميع مراحل تطور الجريبات ومستقبلات هرمون (LH) في الجريبات الكبيرة أي جريبات ما قبل الإباضة.



شكل (٣٢) نضج الجريبات الثانوية وبنية الجريب الناضج

نمو الجريبات والإباضة:

مع انتخاب الجريب الذي سيصبح الجريب المُسيطِر فإنه ينمو ويتمايز بسرعةٍ محددةٍ طردياً مع تدهور الجريبات الأخرى ليصل إلى قطر حوالي ٢٣ ملم عند الأبقار ويترافق ذلك بازدياد السائل الجريبي في جوف الجريب حوالي ١٠٠ مرة مع تضاعف عدد الخلايا الحبيبية (الغرانيولوزا) ١٠٠ مرة ، ترتبط الخلايا الحبيبية فيما بينها **باتصالات فجوية تقوم بالوظائف التالية:**

١. نقل الشوارد والأغذية عبر طبقة الغرانيولوزا.
٢. المساهمة في دوران السائل الجريبي من الخلايا الحبيبية إلى تجويف الجريب.
٣. نقل تغيرات الجهود الغشائية عبر خلايا الغرانيولوزا (الركام المبيضي) إلى الخلية البيضية.

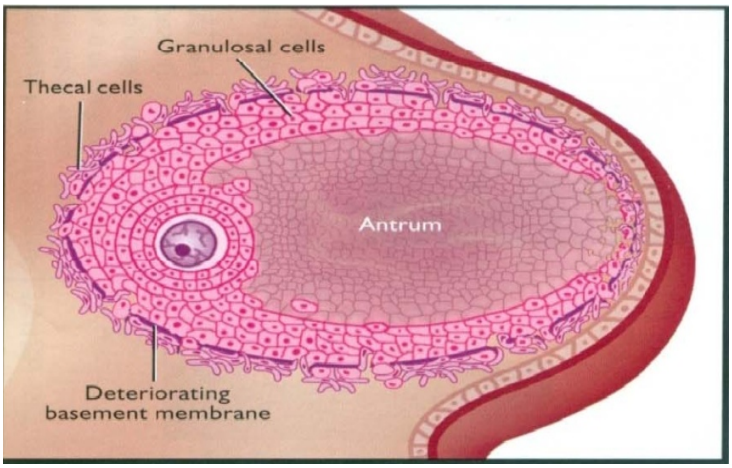
٤. تتعرض هذه الوصلات الفجوية إلى الذوبان أو تنفصل في الحيز بين الخلايا والذي يساعد على فقدان خلايا الكومولوس والغرانيولوزا أثناء انفجار الجريب الناضج.

يؤدي السائل الجريبي جملة من الوظائف أهمها:

١. يغمر التاج الشعاعي والمنطقة الشفافة المحيطة بالخلية البيضية حيث يحمي الخلية البيضية الهشّة من تأثير الأنزيمات الحالة للبروتينات التي تخرب الألياف الكولاجينية في جدار الجريب أثناء الإباضة.
٢. تسهيل الانبثاق الناعم لمجموعة خلايا الركام المبيضي(الكومولوس) والخلية البيضية خلال نقطة التمزق في الجريب الناضج.
٣. المساهمة الإيجابية في شفاء نقطة التمزق وفي عملية اللتننة (Luteinization)، بعد الإباضة.

حالما ينضج الجريب الناضج فإنه يُفرز كميات من الأستراديول (شبيه بالأستروجن) كافية لإحداث تلقيم راجع والتي بنتيجتها يتحرر هرمون (LH) ويبلغ الذروة **حيث يعمل (LH) على:**

١. زيادة مستوى (c-AMP)(cyclic Adenosine MonoPhosphate) داخل الخلايا الجريبية ، والمركب السابق هو الرسول الثاني الذي يتم بواسطته تأثير الهرمونات.
٢. تحفيز فعالية تخليق البروجستيرون.
٣. استئناف الانقسام الميوزي (المنصف) للخلية البيضية (Oocyte) وتثبط الانقسام الميتوزي (الخيطي) لخلايا الغرانيولوزا.
٤. زيادة فعالية الإنزيمات المحللة للبروتينات (الكولاجيناز).
٥. انفجار الجريب وانطلاق الخلية البيضية الناضجة.



شكل (٣٣) جريب غراف الناضج

الأحداث البيوكيميائية (الكيميائية الحيوية) التي تؤدي إلى الإباضة:

دور هرمون (LH):

لقد أثبتت الأبحاث أن عملية الإباضة تحدث بالترافق مع إطلاق ذروة هرمون (LH) والذي يزداد مستواه ١٠٠ مرة ، ويرتبط هرمون (LH) مع مستقبلاته في خلايا الغرانيولوزا ، وتستجيب الخلايا لهذا الارتباط زيادة تخليق البروجستيرون وتحفيز اللتننة.

تشكل خلايا تيكا الداخلية المصدر الرئيس لـ (c-AMP) والذي يحفز على تخليق البروجستيرون ابتداءً من الكوليستيرول (مركبات ستيروئيدية)، كما أن (c-AMP) يزيد بدوره من تخليق البروستاغلاندينات.

دور (RNA) وتخليق البروتين:

إن انطلاق الإشارة الهرمونية المحفزة بذروة (LH) يؤدي إلى تفعيل عمليتي الانتساخ والترجمة في خلايا تيكا والغرانيولوزا ، أي تنشيط تخليق (mRNA) وبالتالي تخليق البروتين. ويحدث تخلق البروتين بعد ساعة من تحفيز (LH) للجريبات الناضجة وأهم هذه البروتينات هي الكولاجيناز و منشط البلازمينوجين و كاليكيراتين وهي جميعها بروتيازات (أي أنزيمات حالة للبروتينات).

العوامل الوعائية الفعالة:

الهستامين:

إن الحدث المفتاحي الفيزيائي في الحويصلة الناضجة هو الاحتقان الدموي (Hyperemia) الذي يترافق بتحرر الهستامين من مخازنه في الخلايا البدينة (Mast cells) وهي خلايا مناعية متواجدة في سرّة المبيض ويعد تحرر الهستامين حادثة مميزة لعملية الإباضة، وقد أثبت الباحثون أن إعطاء إناث الحيوانات مثبطات الهستامين أدى إلى تثبيط الإباضة.

البراديكينين:

وهو من الأنزيمات الحالة للبروتينات التي تتشكل في النسج المتأذية والالتهابية **وتسبب هي ومجموعة أخرى من العوامل الفعالة مثل الكاليكيرين والهستامين جملة من الاستجابات البيولوجية وهي :**

١. توسع الأوعية الدموية.
٢. زيادة نفوذية الأوعية الدموية.
٣. زيادة تخليق البروستاغلاندينات.
٤. تكاثر الخلايا.

وهذه الأحداث السابقة ترافق عملية الإلتهاب مما دفع كثير من الباحثين إلى اعتبار أن **الإباضة** هي تفاعل التهابي في الجريب الناضج.

دور البروستاغلاندينات:

تتخلق البروستاغلاندينات من حمض الأراشيدونيك الذي يتشكل من الفوسفوليبيدات في الأغشية الخلوية كاستجابة لأي خلل أو تخريب في هذه الأغشية.أي أنه يترافق وجود البروستاغلاندينات مع التفاعلات الالتهابية و مع التفاعلات المناعية. ولكن بعض البروستاغلاندينات له تأثير مضاد للالتهاب أي مضاد للإباضة مثل (PG-E1) الذي يعمل على إعاقة تعبير جين الكولاجيناز وبالتالي يعيق الإباضة ، وهذا الدور المزدوج للبروستاغلاندينات لا يُشير إلى تعارض في المعطيات لكن يشير إلى الطبيعة المعقدة للتفاعلات الالتهابية لأن مثل هذه التفاعلات تتضمن العمليات التدهورية والترميمية معاً. حيث أثبت الباحثون دور (PGF-2α) في انفجار الجريب وحدوث الاباضة.

تساهم البروستاغلاندينات في تنظيم إنتاج منشط البلازمينوجين في المبيض ، والذي ينشط تحلل الكولاجين الجريبي أثناء الإباضة بتحويله للبروكولاجيناز (طليعة الكولاجيناز) إلى كولاجيناز والذي يعمل على تفكيك الكولاجين وتثبيط تخليقه في قمة الجريب الناضج ، وهذا يسهل انفجار الجريب . وفي نفس الوقت تُحَفِّزالبروستاغلاندينات على تخليق الكولاجين وتسهيل عملية الشفاء بعد تمزق الجريب ، أي يجب أن نأخذ بعين الاعتبار أن **عملية الإباضة تتضمن أحداث متعاكسة أولها أحداث تحلل وتفكك خلوي تؤدي إلى الإباضة وثانيها عمليات بنائية تؤدي إلى اندمال والتئام الأنسجة المتأذية خلال فترة قصيرة بعد تمزق الجريب.**

فعالية تخليق الهرمونات الستيروئيدية :

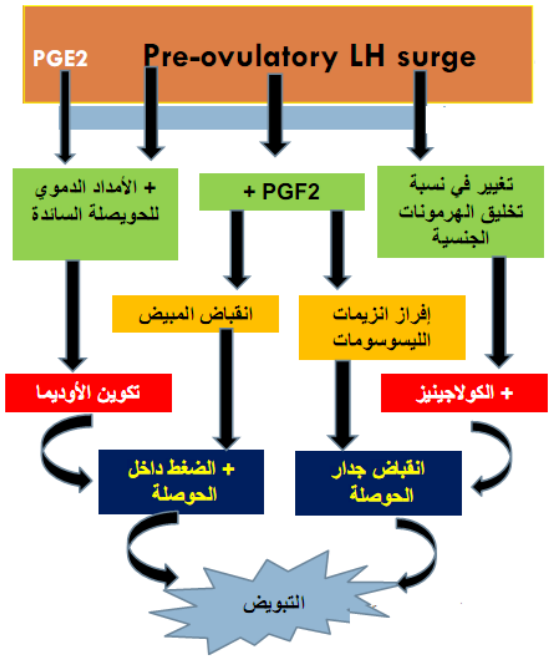
لوحظ ارتفاع مستوى عدة هرمونات خلال الساعات الأولى من الإباضة لكن الهرمون الوحيد الذي ثَبُتَ دوره هو البروجستيرون حيث يعمل على تفكك جدار الجريب .

دور الأنزيمات الحالّة للبروتينات:

أهم هذه الأنزيمات هو منشط البلازمينوجين والكولاجيناز التي تقوم بإضعاف النسيج الضام في قمة الجريب . يتم تنظيم فعالية منشط البلازمينوجين وتحفيزه في الجريب تحت تأثير (GnRH) و (LH) و (FSH) و (PG-E) و (PGF-2α).

تكاثر الفيبروبلاست:

إن خلايا الفيبروبلاست (الأرومة الليفية) التي تدخل في تركيب طبقة تيكا الخارجية تُنْتِج الكولاجيناز.وتنظم استقلاب الكولاجين ولذلك فإن هذه الخلايا تتنشط وتتكاثر (تكاثر حركي) في طبقة تيكا خلال المراحل النهائية من نضوج الجريب حيث تنقسم تحت تأثير البروستاغلاندين (PGF-2α) الذي يتم تخليقه في خلايا تيكا الداخلية وفي خلايا الغرانيولوزا .



الشكل (٣٤) العوامل التي تؤدي إلى الإباضة

آلية الإباضة:

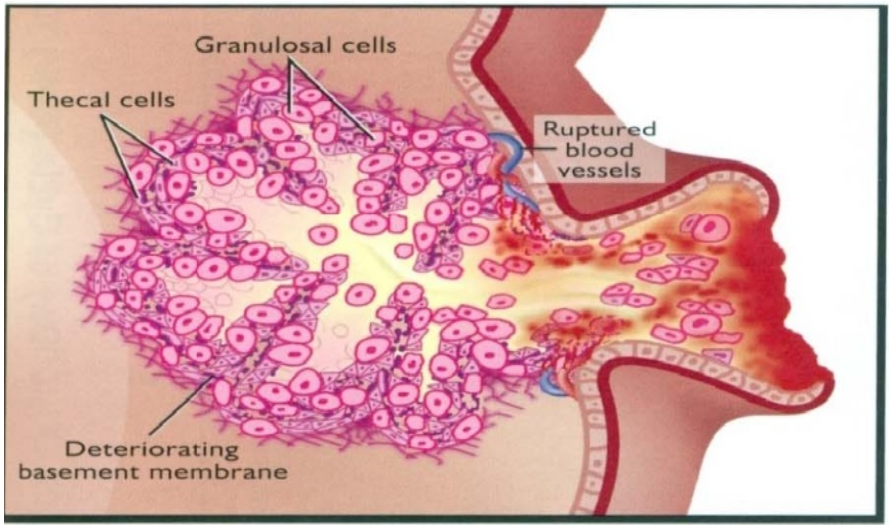
قبل الإباضة ينمو الجريب ويزداد حجمه بسبب تكاثر الخلايا الجريبية وتجمع السائل الجريبي والذي يضغط على الأنسجة المجاورة إذ يؤدي إلى ظهور انتباج رقيق قليل التروية على سطح المبيض يسمى السِّمة (Stigma) ، ويزداد توتر السائل الجريبي مسبباً انفصال الخلية البيضية مع بعض الخلايا الجريبية عن جدار الجريب حيث تتحرر ضمن السائل الجريبي ونتيجة للزيادة الكبيرة في الهُرْمون الملوتن و تقلص الخلايا العضلية الملساء ونشاط الإنزيمات الحالّة يحدث تمزق لمنطقة السمة وانقذاف السائل الجريبي مع الخلية البيضية خارج الجريب.

مختصر الأحداث الهرمونية والنسيجية التي تؤدي إلى عملية الإباضة:

١. ارتفاع الهُرْمون الملوتن (Luteinizing Hormone) ما قبل الإباضة الذي يؤدي إلى زيادة إنتاج أدينوزين أحادي الفوسفات (Adenosine MonoPhosphate) (AMP) والذي يؤدي لزيادة فعالية التخليق الستيروئيدي وتخليق البروستاغلاندينات في الخلايا الجريبية كما يعمل على تحرر الهستامين.

٢. تؤثر البروستاغلاندينات وبالتآذر مع الهُرْمون الحاث للجريبات (Follicale – Stimulating Hormone) على الخلايا الجريبية الحبيبية على إنتاج البلاسمينوجين الذي يزداد في السائل الجريبي والذي يؤدي إلى إضعاف جدار الجريب.

٣. تفعل البروستاغلاندينات الجسيمات الحالة على إطلاق أنزيم الكولاجيناز والذي يؤدي لتهتك جدار الجريب وانفجاره وحدوث الإباضة.



شكل (٣٥) انفجار حويصلة غراف

أنواع الإباضة:

إباضة ذاتية: تحدث الإباضة دون الحاجة إلى التزاوج ويشاهد هذا عند معظم الثدييات.

إباضة مستحدثة: أي أن الإباضة لا تتم إلا بعد الجماع حيث أن تنبيه عنق الرحم بواسطة قضيب الذكور يحرض الإباضة ويلاحظ ذلك عند الأرانب والقطط والجمال.

أنواع البيوض:

بيوض قليلة المح : حيث تحتوي على كميات قليلة من المح وفي بعض الحالات تكون خالية من المح (كما هو الحال عند الرئيسات) وتتوزع كمية المح بشكل متجانس في كافة أرجاء هيولى الخلية البيضية لذلك يطلق عليها بييضات متجانسة المح وتلاحظ عند الحيوانات اللافقارية والثديات المشيمية.

بيوض طرفية المح: هذا النوع من البيوض يحتوي على كمية كبيرة من المح تتراوح نسبته (٥٠ ـ ٩٠ %) من حجم البيضة حيث يتجمع معظمها في أحد قطبي الخلية (القطب المغذي)، أما النواة والهيولى فيتوضعان في القطب المقابل (القطب الحيواني) ، مثال عليها بيوض الطيور والبرمائيات والأسماك والزواحف.

الجسم الأصفر (Corpus Lateum):

هو الجسم الناتج عن انفجار جريب غراف والذي امتلأ دماً ونما نمواً خاصاً مشكلاً غدة مؤقتة داخلية الإفراز تفرز هُرْمون البروجسترون بشكل عام ، ويفرز عند بعض الحيوانات كمية بسيطة من الأندروجينات والأستروجين.كما أنه يُفرز الريلاكسين حيث يقوم البروجسترون مع الريلاكسين بتهيئة بطانة الرحم لتعشيش البلاستيولا (الكيسة الأريمية)

بعد انفجار الجريب الناضج يتجعد سطحه وتُسد فُوهَته بسدادة من السائل الجريبي المتخثر وبالجُلطة الدموية كما تطرأ على الخلايا الجريبية تغيرات كثيرة مُحولة إياها إلى خلايا لوتئينية وهي خلايا إفرازية غنية بالقطرات الشحمية والصِباغ الأصفر.

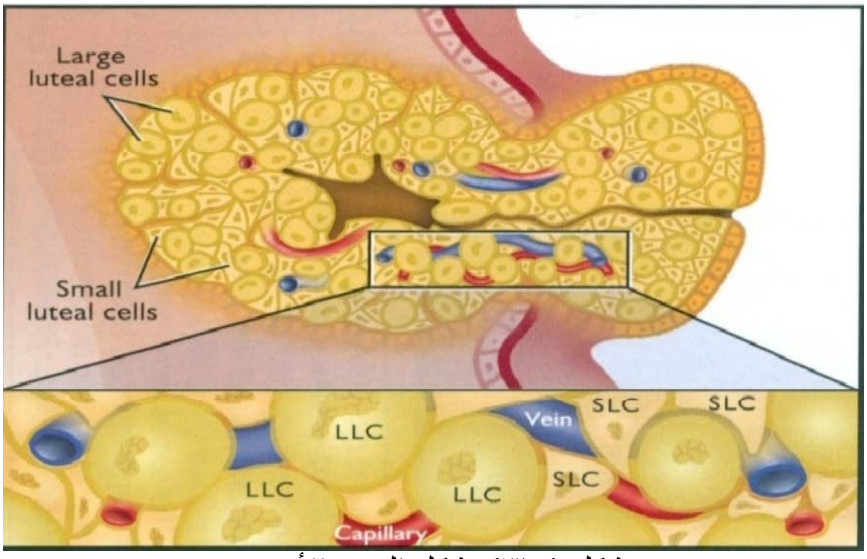
يصل الجسم الأصفر إلى كامل نموه بعد انفجار الجريب ب ٧ ـ ١٠ أيام ويكون قُطره حوالي ٤ سم.

يتشكل الجسم الأصفر الدوري بعد كل إباضة فإذا لم يحدث إخصاب يتليف متحولاً إلى الجسم الأبيض.

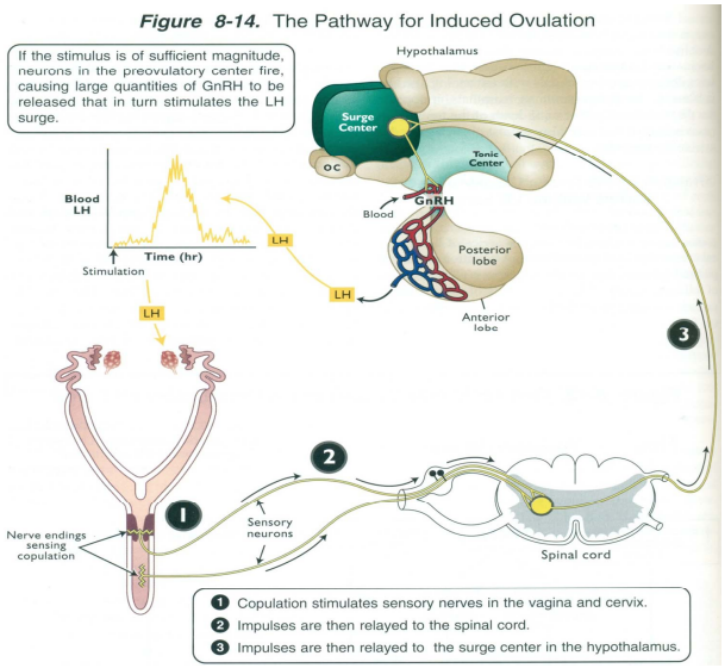
لكن في حال إخصاب الخلية البيضية يستمر الجسم الأصفر الدوري ويشكل الجسم الأصفر الحملي الذي يبقى فعالاً طيلة فترة الحمل ويزداد حجمه في الشهر الثالث من الحمل ويبلغ نصف حجم المبيض.

يقوم الجسم الأصفر بإنتاج البروجسترون الذي يهيئ الظروف المناسبة للتعشيش حيث ينشط غدة الرَحِم على إفراز مواد غليكوجينية ومخاطية مغذية كما أنه يمنع تقلصات العضلات الرَحِمية.ويتم التحكم بإفراز البروجسترون بواسطة الهرمون اللوتئيني (LH).

يحدث تراجع الجسم الأصفر عند معظم الحيوانات بسبب تأثير البروستاغلاندين (PGF-2α) الذي يفرزه الرحم ويفرزه أيضاً الجسم الأصفر وبذلك يتم قمع إفراز البروجسترون.



شكل (٣٦) تشكل الجسم الأصفر



شكل (٣٧) الإباضة المستحدثة

الدورة التناسلية (Reproductive Cycle)
دورة الشبق (Estrus Cycle)

تعريفها :

هي عملية عصبية هرمونية منعكسة ومعقدة ومتسلسلة ترافقها مجموعة من التغيرات الشكلية والوظيفية في الأعضاء التناسلية بشكلٍ خاص وفي الجسم بشكل عام، امتداداً من دورة تناسلية لأخرى. وهي زمنياً الفترة ما بين شبقين متتاليين.

تترافق الدورة التناسلية مع التغيرات التي تحدث في المبيض والتي تتمثل بنمو الحويصلات وحدوث الإباضة ونمو الجسم الأصفر وما يرافق ذلك من تغيرات هرمونية في جسم الأنثى.

تتم عملية الجماع (Copulation)أو التزاوج (Mating) خلال فترة محددة من الدورة التناسلية تستقبل فيها الإناث الذكور وتسمح لها بالتزاوج وتسمى هذه الفترة بالشبق أو الوداق وتحدث فيها أو بالقرب من نهايتها عملية الإباضة. وبعد انقضاء فترة الشبق ترفض الإناث الذكور نهائياً.

ظهور دورة الشبق عند الإناث يعني أنها أصبحت بالغة جنسياً (ليس جسميّاً!!) وأنها أصبحت قادرة على إنتاج البُيَيْضات وطرحها.

إن دورة الطمث هي حالة خاصة من الدورات التناسلية تترافق في نهايتها بنزف دموي إذ تلاحظ عند الرئيسات كالقردة والإنسان ، كما أن دورة الطمث لا تترافق بمظاهر سلوكية واضحة يمكن من خلالها معرفة طور التهيج الجنسي باستثناء مظاهر القلق التي تمر بها المرأة قبل الطمث.كما أن الأنثى تقبل الذكر في أيّ وقت وليس مرتبط بفترة محددة والتي تسمى عند الحيوانات الأخرى فترة الشبق ،على الرغم من أن القابلية للتزاوج قد تتغير بشكل بسيط خلال دورة الطمث لكن دون وجود مظاهر سلوكية واضحة، وربما التطور الاجتماعي والتربية المجتمعية هي التي أدت إلى اختفاء المظاهر السلوكية مقارنةً بإناث الثدييّات الأخرى ذلك.

مراحل الدورة التناسلية (دورة الشياع):

ويمكن تقسيم الدورة التناسلية الى أربع مراحل هى :

١. **مرحلة ما قبل الشبق (Preestrous phase) :** يسبق هذا الطور مرحلة الشبق ويتم فيه نمو الجريبات الأولية التي تتحول إلى جريبات ثانوية وناضجة تحت تأثير الهرمون الحاث للجريب (FSH) والذي يعمل على إنضاج حويصلات غراف والتى تقوم بإفراز هرمون الاستروجين ومن اهم تأثيرات هرمون الاستيروجين هو إظهار علامات الشبق على الحيوان وإحداث التغيرات النسيجية والفيزيولوجية في الجهاز التناسلي.

وتُختصر التغيرات الفيزيولوجية على الجهاز التناسلي في مرحلة ما قبل الشبق بما يلي:

- ✓ يلاحظ نمو عدة جريبات على سطح المبيض
- ✓ يلاحظ أيضا في هذه المرحلة انحطاط الجسم الأصفر وتراجع إفراز البروجسترون.
- ✓ يزداد نمو الخلايا المبطنة لقناة فالوب.
- ✓ زيادة التروية الدموية لبطانة الرحم.
- ✓ ارتخاء عنق الرحم.
- ✓ زيادة سماكة جدار المهبل مع زيادة في التروية الدموية.

٢. **مرحلة الشبق أو الشياع (Estrous phase):** تتميز هذه المرحلة بظهور الرغبة الجنسية عند الأنثى ويتجلى ذلك بأخذ وضعية مناسبة للتزاوج حيث تُظهر قبولاً للذكر فتسمح له بالقفز عليها ، كما أنها تقفز على غيرها من الحيوانات ، ويظهر عليها الخوف والقلق والعدائية أحياناً ، وتنخفض شهيتها كما يقل إنتاج الحليب عند الأبقار مثلاً.

خلال هذه الفترة يزداد إفراز الهرمون الجريبي ليصل لأعلى مستوى له يتبع ذلك زيادة في إفراز الأستروجن مع انخفاض البروجسترون لأدنى مستوى ، وعادة تحدث الإباضة قرب نهاية هذه الفترة عند معظم الحيوانات ما عدا الأبقار التي تحدث عندها الإباضة بعد نهايتها بـ (٨ ـ ١٢) ساعة .

ويحدث في هذه الفترة زيادة إفرازات القناة التناسلية من الرحم والمهبل والتي تخرج من الفتحة التناسلية بشكل خيط غليظ، وتكون هذه الإفرازات شفافة في البداية وسائلة لتصبح لاحقاً عكرة وأكثر لزوجة و قد تتلطخ بإفرازات دموية بسيطة نتيجة تمزق الأوعية الدموية في بطانة الرحم.

كلما زاد تركيز الهرمون الجريبي كلما طالت فترة الشبق فهي عند الكلاب فهي طويلة (٩ أيام)، أما عند الأبقار قصيرة (٢٠ ساعة)

وتُختصر التغيرات الفيزيولوجية على الجهاز التناسلي في مرحلة الشبق بما يلي:

- ✓ يمتلك المبيض حويصلة غراف الناضجة.
- ✓ يتراجع الجسم الأصفر بشكل نهائي.
- ✓ تتصلب قناة فالوب وتنتصب زوائد القمع لتحيط بالمبيض وتنشط أهداب الظهارة.
- ✓ ينتصب الرحم وتزداد التروية الدموية وتزداد إفرازاته وتحدث تقلصات رحمية.
- ✓ تتوسع فتحة عنق الرحم وتزداد الإفرازات اللزجة الشفافة الواضحة من الفتحة التناسلية.
- ✓ يثخن وتزداد ترويته الدموية ويصبح لونه قرمزياً.

٣. **مرحلة ما بعد الشبق (Metestrous phase) :** ترفض الإناث الذكور وتتوقف الإفرازات التناسلية حيث يبدأ في هذه الفترة تشكل الجسم الأصفر ويزداد إفراز البروجسترون ويبدأ الأستروجن بالانخفاض.

وتُختصر التغيرات الفيزيولوجية على الجهاز التناسلي في مرحلة ما بعد الشبق بما يلي:

- ✓ يبدأ تحول الخلايا الحبيبية في الجريب المنفجر إلى خلايا لوتئينية.
- ✓ يتم تثبيط نمو حويصلات غراف.
- ✓ يبدأ تراجع نمو الخلايا المبطنة لقناة فالوب.
- ✓ ارتخاء الرحم ويحدث نمو كبير للغدد الرحمية استعداداً للتعشيش في حال حدث الإلقاح.
- ✓ يتضيق عنق الرحم.
- ✓ توسف معظم الخلايا الظهارية.

٤. **مرحلة السكون (Diestrous phase):** وهى أطول مرحلة حيث تزول جميع التغيرات الفيزيولوجية والمورفولوجية السابقة حيث تتوضح فعالية الجسم الأصفر ويصل إفراز البروجسترون لأعلى مستوى له بينما يكون تركيز هرمون الأستروجن في أخفض مستوى.وفي نهاية هذه الفترة يضمر الجسم الأصفر في حال لم يتم إخصاب الخلية البيضية حيث تتكرر مظاهر الدورة من جديد ، ويسمى الجسم الأصفر في هذه الحالة الجسم الأصفر الدوري . لكن إذا حدث إخصاب وتعشيش فإن الجسم الأصفر يستمر في النمو ويشكل الجسم الأصفر الحملي ويستمر حتى نهاية الحمل .

وتُختصر التغيرات الفيزيولوجية على الجهاز التناسلي في مرحلة السكون بما يلي:

- ✓ يتميز المبيض بوجود الجسم الأصفر الدوري التام النمو.
- ✓ يتم تثبيط نمو حويصلات غراف.
- ✓ ارتخاء قناة فالوب.
- ✓ تتثخن بطانة الرحم وتتضخم الغدد الرحمية وترتخي عضلات الرحم.
- ✓ يُغلق عنق الرحم .
- ✓ يصبح الغشاء المخاطي باهتاً

تصنيف دورات الشبق:

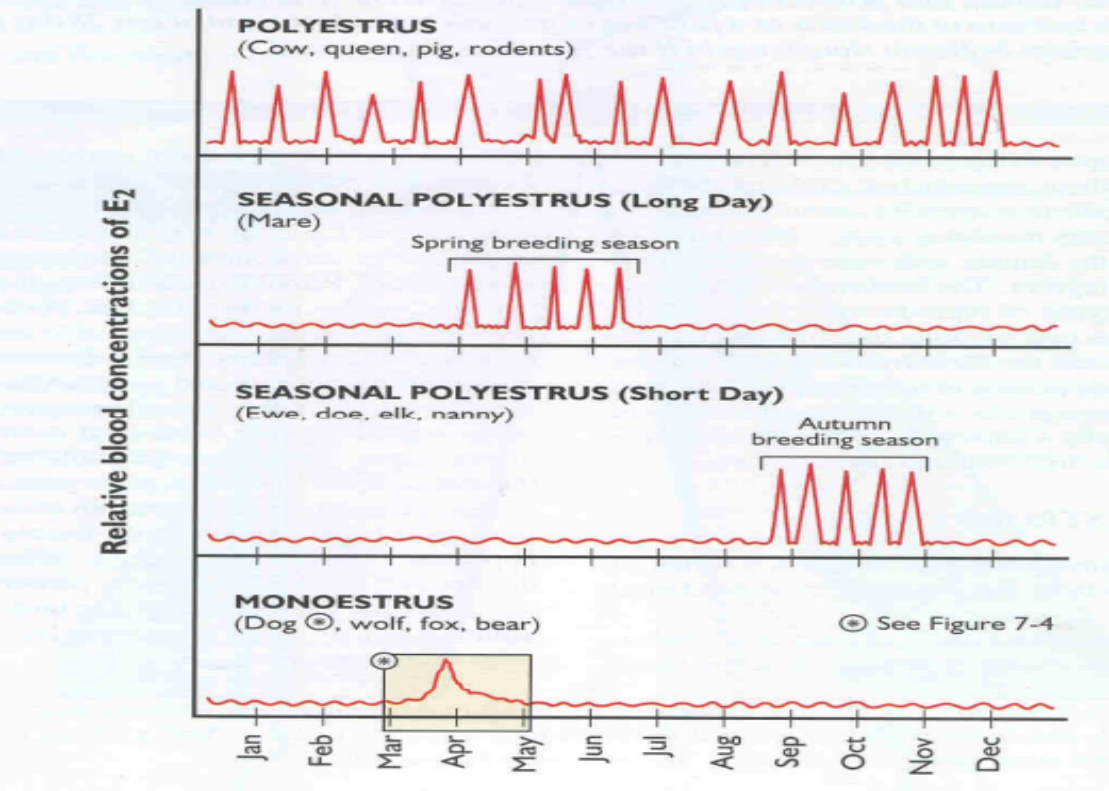
دورات شبق مستمرة : كالأرانب حيث لا توجد لهذه الحيوانات دورات شبق حقيقية لأن الإباضة تحدث بعد الجماع كما هو الحال عند الأرانب.
دورات شبق طويلة جداً: تصل مدتها إلى (٣ ـ ٦ أشهر) تتواجد عند الكلاب.
دورات شبق طويلة : تبلغ ٢٨ يوم كما هي عند القردة والإنسان.
دورات شبق متوسطة الطول :١٦ ـ ٢٢يوم كما هي عند الأبقار والأغنام والماعز والفرس.
دورات شبق قصيرة : لا تتجاوز (٥ ـ ١٠ أيام) كما هي عند الجرذان والفئران.

تصنيف الحيوانات الثدية حسب الدورة التناسلية:

حيوانات عديدة الدورات التناسلية: حيث يتكرر حدوث الدورة التناسلية على مدار العام في حال عدم حدوث الحمل ومثال عليها الأبقار والخنازير والإنسان.
حيوانات موسمية متعددة الدورات: حيث تنتظم عدة دورات تناسلية في موسم تناسلي واحد ومثال عليها الفرس التي يبدأ موسمها التناسلي في نهاية الربيع وأوائل الصيف ، ومثال أيضاً الأغنام والماعز التي يبدأ موسمها في نهاية الصيف وبداية الخريف. ولكن بعض السلالات الغنمية كالأغنام المصرية يمكن أن تشيع في أي وقت من السنة.
حيوانات موسمية وحيدة الدورة : حيث تحدث الدورة التناسلية مرة واحدة في كل موسم تناسلي.كما هو الحال عند الكلاب التي يحدث شياعها مرتين في العام ، مرة في الخريف ومرة في الربيع.
حيوانات وحيدة الدورة: تتميز هذه الحيوانات بحدوث الدورة التناسلية مرة واحدة في العام ، كالثدييات البرية والقنفذ.
ملاحظة هامة : تعد الدورة التناسلية عند بعض الحيوانات مستمرة حيث لا يحدث لديها إباضة إلاّ إذا تم الجماع وهذا موجود عند الأرانب والقطط والذئاب

العوامل التي تؤثر في الدورة التناسلية عند الحيوانات:

١. التغذية: إن فقر العليقة بالعناصر الغذائية الأساسية وبالعناصر المعدنية أو بالفيتامينات يؤدي إلى نقص في إفراز الهرمونات الجنسية والذي يؤثر على سلباً على الأعضاء التناسلية.
٢. الموسم : على الرغم من أن الأبقار عديدة الدورات لكنها تميل للتناسل في الربيع وأوائل الصيف أكثر من الفترات الأخرى في العام.
٣. الحرارة : البرودة الشديدة تؤدي إلى انعدام ظهور علامات الشياع.
٤. العمر: تكون دورة الشبق وفترة الشبق في الحيوانات الصغيرة أقل منها مقارنة بالحيوانات الكبيرة حيث كانت دورة الشبق عند الأبقارالفتية ١٧ يوم وفترة الشبق ١٦ ساعة بينما كانت عند الأبقار المعمرة (٢٣ يوم ، ٢٢ ساعة) على الترتيب .
٥. الحالة الصحية: تؤدي الأمراض تأثيرات سلبية على التناسل.



شكل (٣٨) تصنيف الحيوانات حسب الدورة التناسلية

دورة الشبق عند الأبقار Bovine Estrus Cycle

تستغرق دورة الشبق في الأبقار فترة (٢٠ – ٢١يوم). و لكنها تختلف باختلاف السلالات وحتى ضمن السلالة الواحدة . فمعدل طول دورة الشبق في أبقار الحليب هو (٢١ يوم) متراوحة من (١٧- ٢٤ يوم). و العجلات لها دورة شبق اقصر من الأبقار معدلها (٢٠ يوما).

مرحلة الشبق

تأخذ فترة الشيوع من(٦- ٣٠ ساعة) و بمعدل (١٧ ساعة) وتتميز بـ :

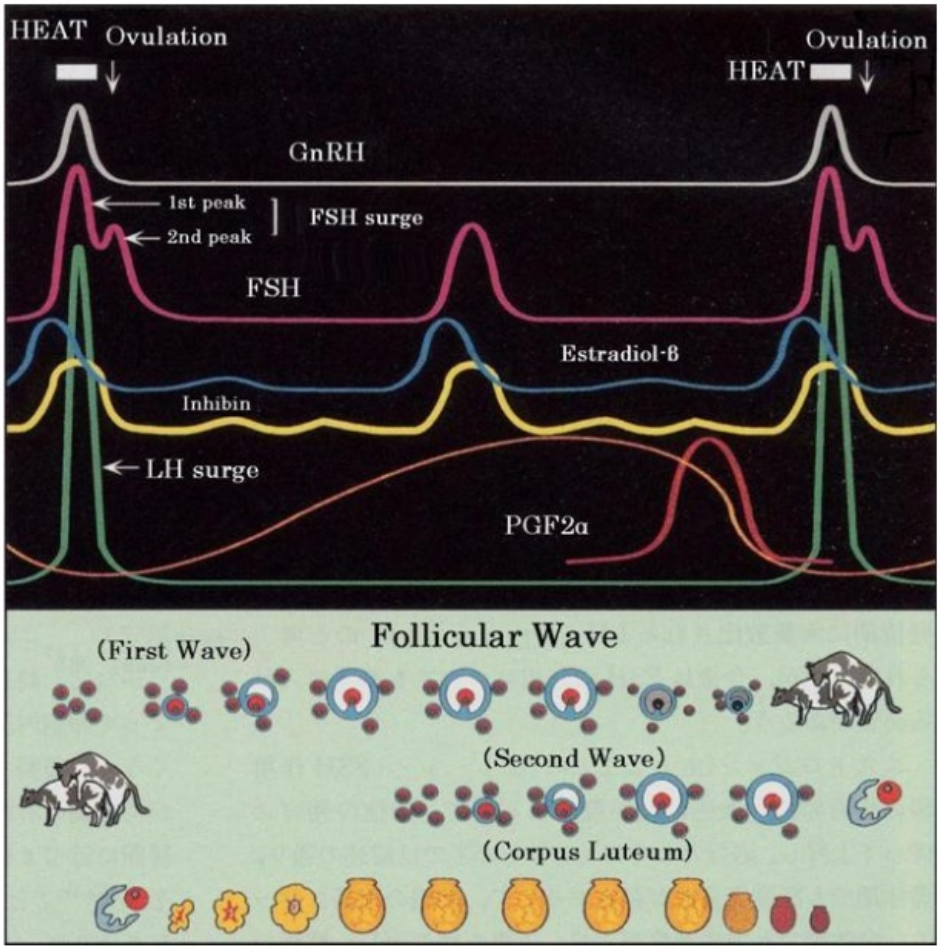
١. البقرة عند شيوعها تجذب الأبقار الأخرى و تقف ثابتة سامحة لهم بالقفز عليها.
٢. و من علامات الشيوع الأخرى خروج سوائل من الفتحة التناسلية .
٣. تضطرب البقرة وتقل شهيتها وينخفض انتاجها من الحليب.
٤. تسمح للثور بالقفز عليها.

وعلى الرغم من كثرة علامات الشيوع عند الأبقار ، إلا إن عدم تشخيصه مازال يشكل عائقاً في تقنية التلقيح الاصطناعي .و تكون علامات الشيوع أكثر وضوحا في أبقار الحليب مما في أبقار اللحم.

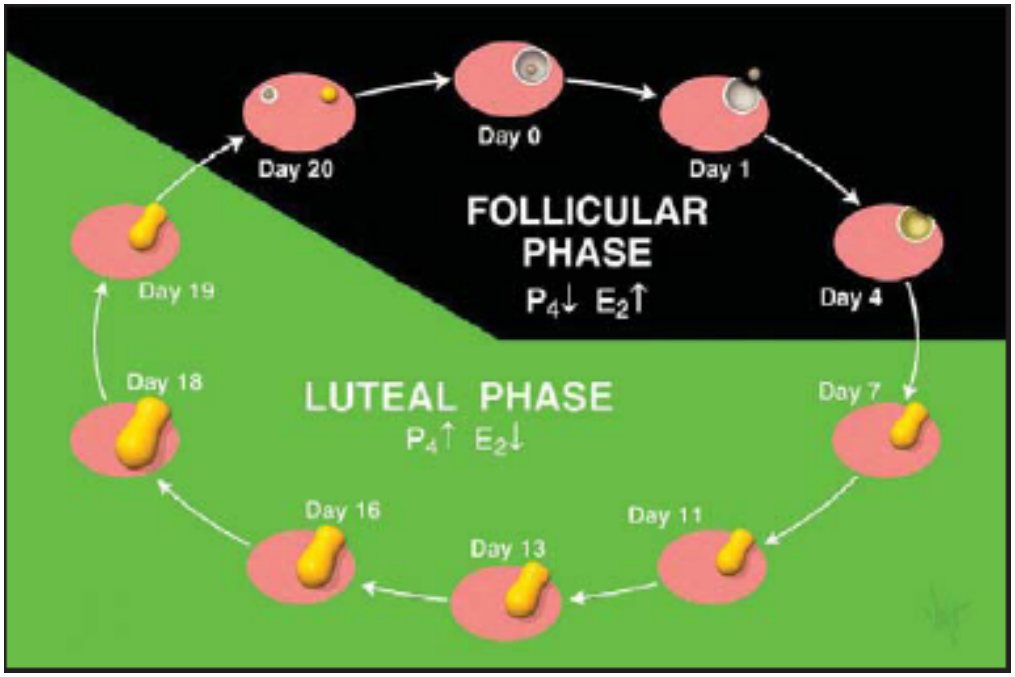
الإباضة:

يبلغ حجم حويصلة غراف عند التبويض (١٦- ١٨ ملم) وتحدث الإباضة بعد نهاية الشبق بـ (١٢ ـ ١٥ ساعة).وجد إن ٦٠% من حالات الإباضة عند الأبقار حصلت من المبيض الأيمن . والسبب الدقيق لذلك غير محدد و قد يكون ناتج عن ضغط الكرش للمبيض الأيسر.

الوقت المناسب للإمناء الصنعي هو قرب نهاية طور الشيوع .



شكل (٣٩) التغيرات الهرمونية عند الأبقار خلال الدورة التناسلية



الشكل (٤٠)نمو جرب غراف والإباضة ونمو الجسم الأصفر خلال دورة الشبق في الابقار

دورة الشبق في النعاج :

هي من الحيوانات عديدة الدورات التناسلية في الموسم التناسلي الذي يحدث عادة في نهاية شهر حزيران وبداية تموز تتراوح دورة الشبق في النعاج من(١٤- ١٩ يوم) و بمعدل مقداره (١٧ يوم) . و هناك دورات شبق ذات طول غير طبيعي تقع اعتياديا في بداية أو نهاية الموسم التناسلي . فاقصر طول دورة يميل لان يكون في منتصف الموسم التناسلي . و يزداد طولا في الحيوانات سيئة التغذية .

الشيوع

يستمر طور الشبق يوم واحد وقد يصل لخمسة أيام أحياناً كثيراً ما تكون التصرفات الجنسية في النعاج غير مرئية و لا يستدل على فترة الشبق إلا بواسطة الكباش. فالنعجة عند الشيوع تبحث عن الذكر . و لكن السماح للكبش بامتطائها و تزاوجها هو الدليل الحقيقي على الشيوع لديها .

و يصاحب الشيوع أحيانا تضخم الشفاه التناسلية و زيادة سمك في بطانة المهبل و نزول سوائل من الفتحة التناسلية و هذه السوائل لا تلاحظ عادة. هذا و يحدث تقرن و انسلاخ الظهاره المبطن للمهبل بعد الشيوع .

علامات التهيج الجنسي تنحصر بالثغاء (المأمأة) والاضطراب وتضرب النعاج الأرض بأقدامها وتمشي خلف الكبش المجرب.

يستغرق الشيوع فترات مختلفة تتراوح من عدة ساعات إلى ٣ أو ٤ أيام أو أكثر و بمعدل يتراوح من ٢٤- ٤٨ ساعة . و تكون فترة الشيوع قصيرة في بداية أو نهاية الموسم التناسلي . و اقصر من ذلك عندما تكون الكباش مع النعاج . هذا و إن العمر له دورا في التأثير على طول فترة الشيوع فالنعاج كبيرة العمر يستمر شيوعها لفترة أطول كما أن النعاج ذوات الحملان يكون شيوعها أقصر .

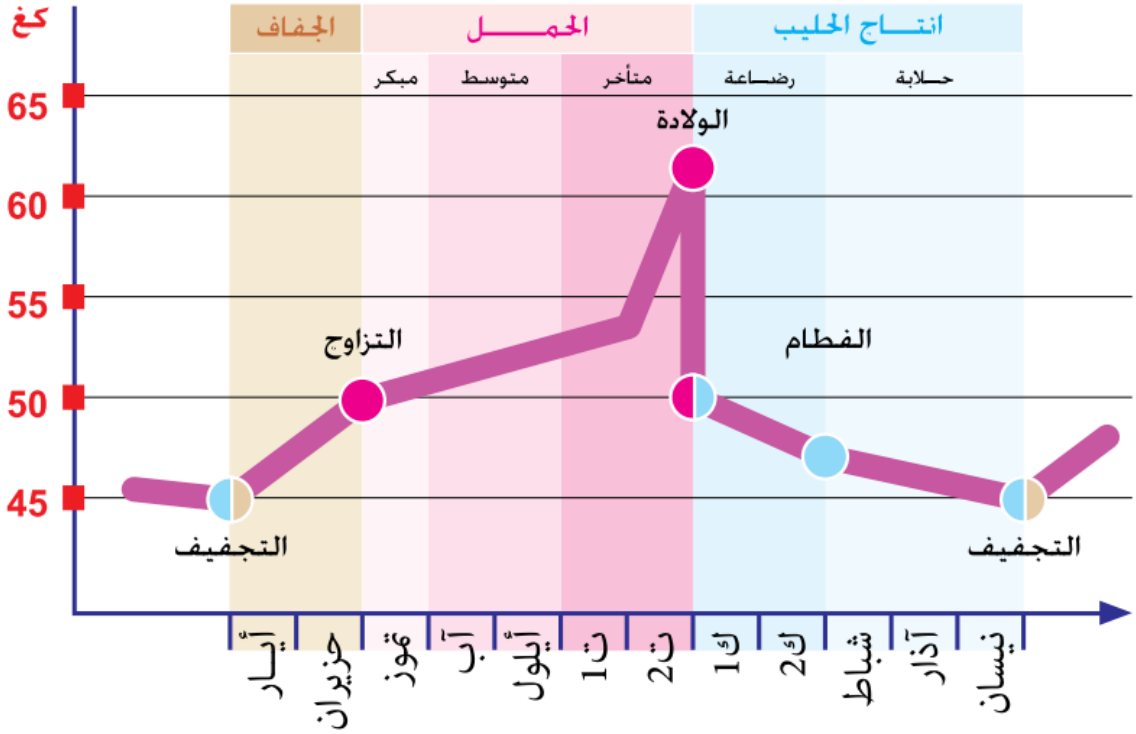
التبويض

يحدث التبويض قبل نهاية الشبق بـ ١٢ ساعة. رغم انه يمكن أن يتم من عدة ساعات قبل إلى عدة ساعات بعد الشيوع. وإن وقت التبويض للسلالات المختلفة يختلف من ٢١- ٣٣ ساعة .

انتقال الخلية البيضية إلى قناة فالوب: يساعدها العوامل التالية

١. تنتقل من المبيض إلى القمع بمساعدة الزغابات
٢. تلعب أهداب السطح المخاطي لقناة فالوب دورا مهما في نقل البييضات .
٣. كما تلعب تقلصات قناة فالوب دوراً هاماً.
٤. تساعد إفرازات الجزء العلوي لقناة فالوب.

تبقى البويضة نشطة لمدة (١٢ ساعة) تقريبا في معظم الحيوانات الأليفة.



شكل (٤١) الدورة التربوية والإنتاجية للأغنام

****

المراجع المستخدمة:

- المعجم الطبي الموحد ـ الطبعة الثالثة ، ١٩٨٣ ، منظمة الصحة العالمية المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم.اتحاد الأطباء العرب، مجلس وزراء الصحة العرب.
- بعاج ،محمد رشاد١٩٩٧ـ علم الولادة وأمراضها ـ القسم النظري ، منشورات جامعة البعث.
- جبور ، زهير٢٠١٧ ـ فيزيولوجيا التناسل ـ محاضرات القسم النظري، كلية الزراعة جامعة تشرين.
- جنيد ، موفق شريف ـ العلي ، محي الدين ١٩٩٧ـ علم الجنين ـ القسم النظري ،منشورات جامعة البعث.
- حامد ، أبو حسين ـ شهلا ، عبد الوهاب ـ قمري أحمد ، خلدون ، عبد الكريم ـ حجوز ، عقيل ـ زينب ، عدنان ـ شاهين ، شريف ـ كنوزي ، برهان ـ الملقي ، عبد الحميد ٢٠١٦ . الفيزيولوجيا الطبية ـ وزارة التعليم العالي. الجمهورية العربية السورية
- ديب ،محمود ـ جنيد موفق ١٩٩٣ علم النسج ـ القسم النظري ، منشورات جامعة البعث.
- طباع ، دارم ـ هيروكي نيشكاوا ٢٠٠٢ أمراض الأبقار (تأليف مجموعة من المؤلفين) منشورات جامعة البعث.
- كوجان ، عبد الحميد ـ خزندار، نصوح ـ الأحمد ، محمد زهير ـ موسى ، محمد ٢٠١٢ علم التناسل عند الذكور والتلقيح الإصطناعي ـ القسم النظري منشورات جامعة البعث.
- موسى ، ماجد ٢٠١٧ـ فيزيولوجيا التناسل والإدرار ـ محاضرات القسم النظري ، كلية الزراعة جامعة حماه.
- .

References:

1. Martin H. Johnson.2007Essential Reproduction. Sixth edition. University of Cambridge.Blackwell publishing
2. Schatten. H., and G.M.Constantinescu .2007: Comparative Reproductive Biology, First Edition,Blackwell Publishing Professional, Ames, USA 2007.

انتهى قسم الدكتور نزار سليمان

****