وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بغداد/ كلية الزراعة
قسم الثروة الحيوانية

فسلجة تناسل الطيور الداجنة

د. حازم جبار الدراجي

فسلجة تناسل الطيور الداجنة

٢٠٠٧

بسم الله الرحمن الرحيم

وعلمك ما لم تكن تعلم وكان

فضل الله عليك عظيما

صدق الله العلي العظيم

(النساء 113)

بسم الله الرحمن الرحيم

الإهداء

إلى... روح والدي العزيز الشهيد الشيخ جبار شاه علي الدراجي تغمده الله فسيح جناته.

إلى... جنتي في الدنيا والدتي العزيزة.

إلى... أخواني وأخواتي وأهلي جميعاً.

إلى... رفيقة الدرب الشاق زوجتي المخلصة أم إكرام.

إلى... شموع حياتي بناتي إكرام وهيام وريام وعهد وأولادي علي والسجاد.

د. حازم

المحتويات

الفصل الأول

الجهاز التناسلي الذكري للطيور

الجهاز التناسلي الذكري للطيور

يتكون السائل المنوي من النطف Spermatozoa معلقة في البلازما المنوية السائلة. كما في الثدييات، فأنه من الضروري للسائل المنوي للطيور أن يقذف مباشرةً في قناة البيض oviduct قبل إن إمكانية حدوث الإخصاب للبويضة، ولكن تشريح الجهاز التناسلي لذكر الطيور يختلف بعدة أوجه عن ذلك الذي لمعظم الثدييات، والتي تكون خصاها موجودة في كيس الصفن Scrotum. تقع خصى الطيور في البطن الأمامي anterior abdomen وقناة البربخ قصيرة جداً بالمقارنة مع تلك الموجودة في الثدييات (خصوصاً تلك التي تمتلك كيس صفن) (شكل 1). تخزن النطف بالدرجة الأولى في الجزء القاصي distal part من الجهاز التناسلي المشتق من قناة وولف Wolffian duct، القناة الناقلة ductus deferens. الأعضاء التناسلية الملحقة accessory reproductive organs الموجودة في معظم الثدييات، يعني، الحويصلات المنوية seminal vesicles، البروستات prostate، غدة كوبـــر Cowper's gland والغدد الإحليلية لـ Littre (Urethral gland of littre) تكون مفقودة في الطيور.

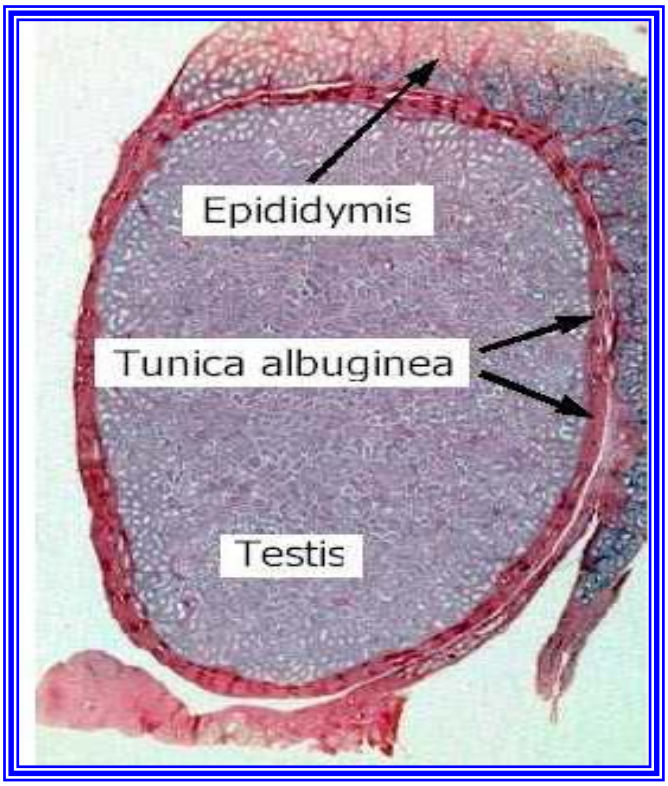
لا يعرف فيما إذا كانت هناك أية علاقة بين هذه المميزات للأعضاء التناسلية للديك Cock والظواهر التناسلية الخاصة لصنف الطيور Class Aves. على سبيل المثال، فأنه لا يعرف فيما إذا كان تشريح وفسلجة الجهاز والنطف تكون متكيفة على نحو متميز لتهيئة الأمشاج الذكرية Male gametes للبقاء والأحتفاظ بقوة إخصابها Fertilizing power لفترة عدة ايام في قناة البيض للدجاجة.

الأعضاء التناسلية The reproductive organs

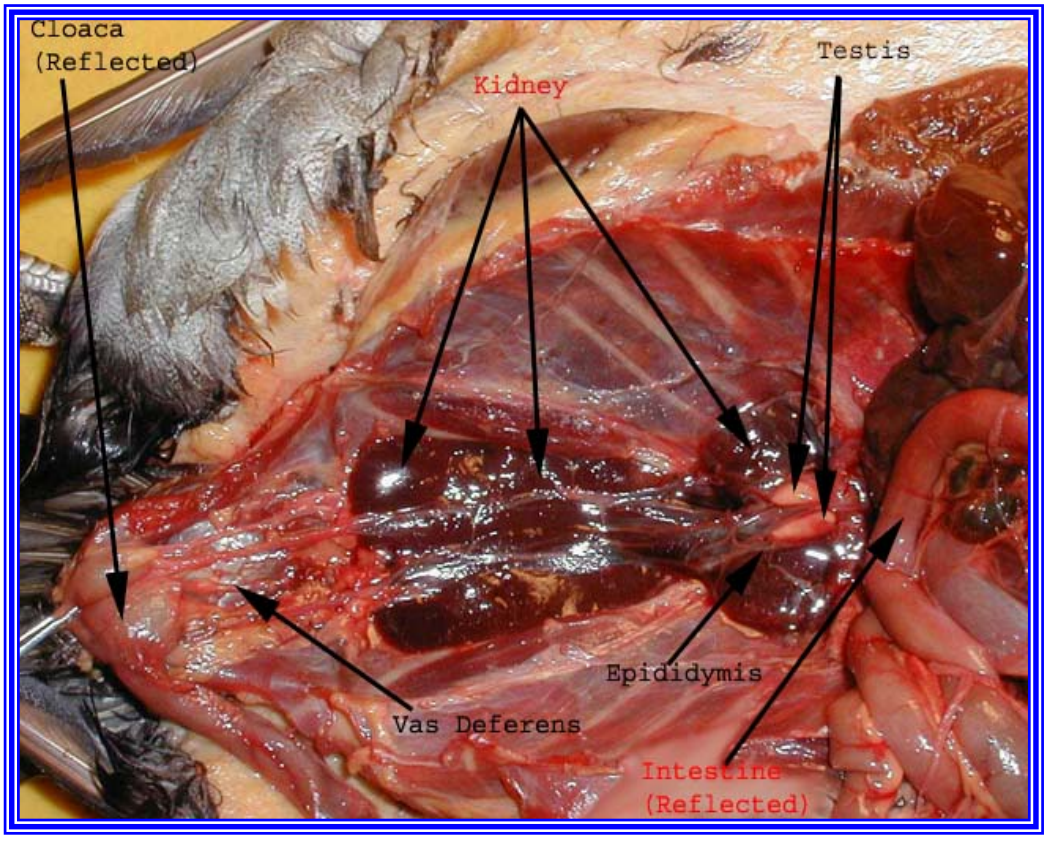
أ. الخصيتين Testis

زوج من الخصى الفعالة في الديكة تزن ما بين 14 و 60 غم، إعتماداً على النوع breed؛ تكون متدلاة من جدار الجسم الظهري في الخط الوسطي مجاورة للنهاية الأمامية للكليتين، إلى الخلف مباشرةً من الرئتين (شكل 2). تكون الخصية اليسرى أكبر أحياناً من الخصية اليمنى.

الخصيتين الواقعة داخل البطن intra – abdominal للطيور تؤدي وظيفتها بدرجات حرارة قريبة من معدل درجة حرارة الجسم العميقة (41 – 43°م)، بما إنها محاطة بإحكام بالأحشاء الأخرى (شكل 1). الأكياس الهوائية البطنية الخلفية Postabdominal air sacs قريبة من الخصيتين ولذلك أعتقد من قبل Cowles (1965) بأن هذا ربما يكون السبب إن درجة الحرارة ضمن هذه الأعضاء تكون أقل بحوالي 3 أو 4° م من درجة حرارة الجسم، بسبب حركات الهواء في الشهيق inspiration والزفير expiration. ولكن دحضت الدراسات الحديثة هذه النظرية، عندما لوحظ أن إزالة هذه الأكياس لم يكن له تأثير معنوي على درجة حرارة الخصية.



شكل 1. مقطع طولي في خصية الطيور.

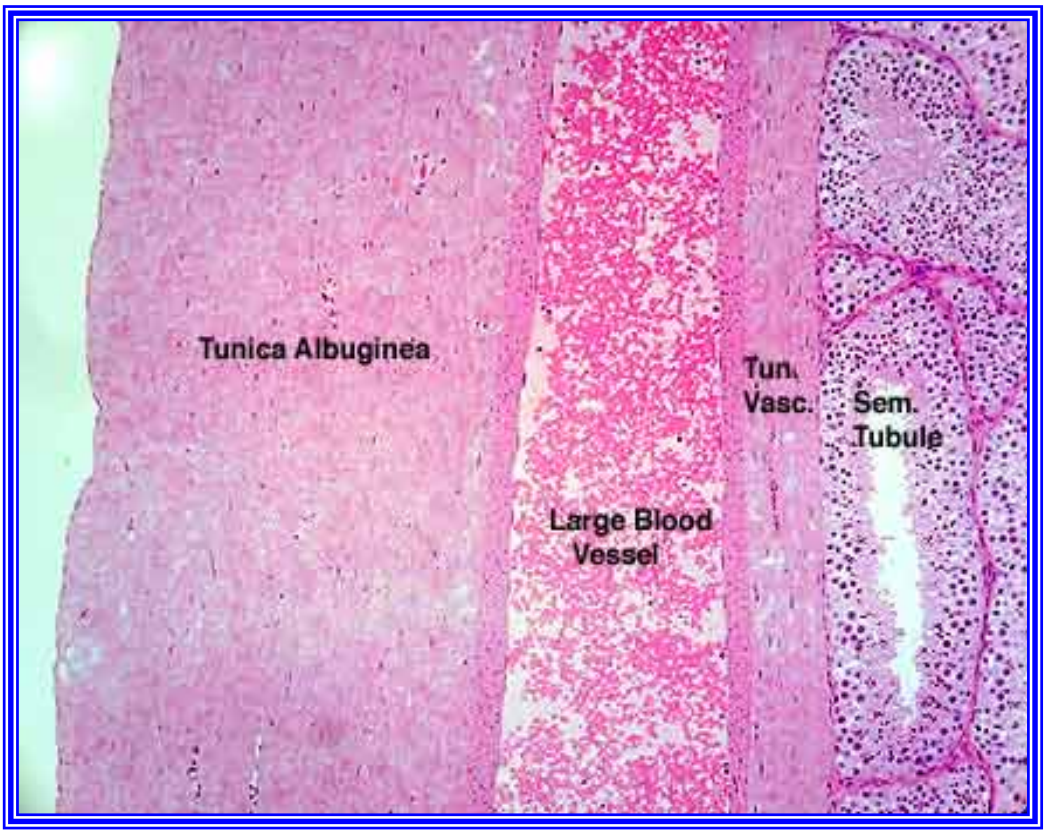


شكل2. موقع الاعضاء التناسلية الذكرية داخل جسم الطير .

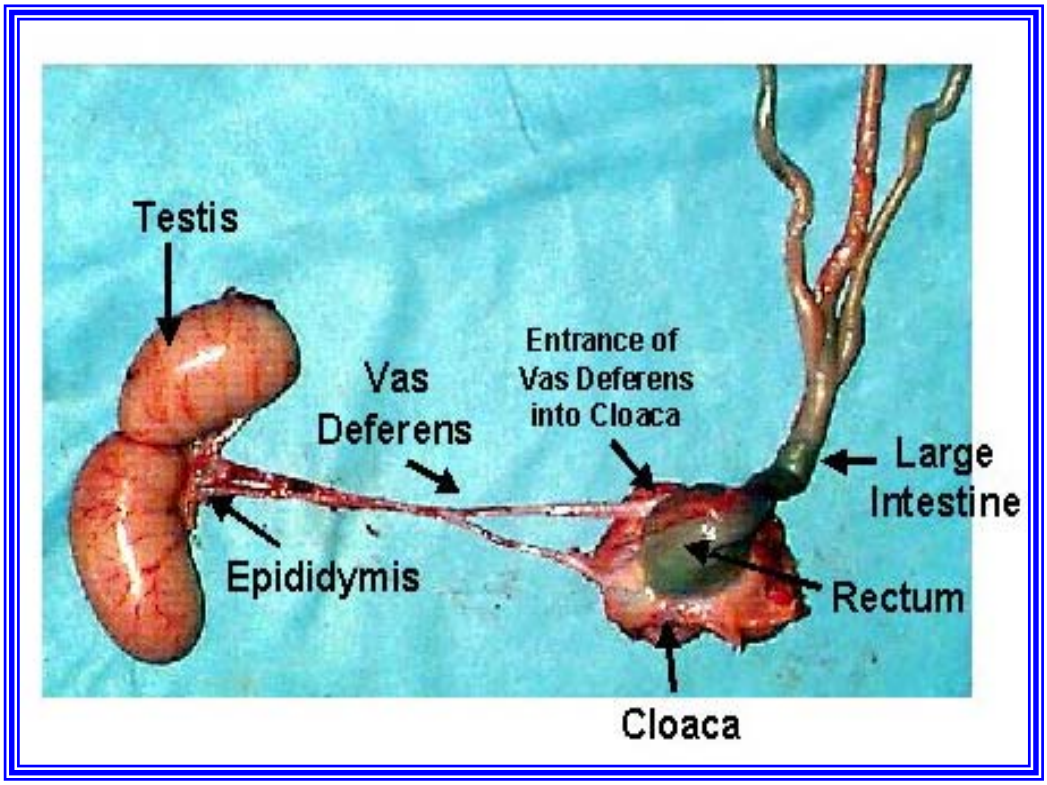
من ناحية ثانية، فأن بعض الباحثين وجدوا عدم وجود فرق بين درجة حرارة الخصيتين ودرجة حرارة الجسم. عمل إضافي يكون مطلوب لقياس درجة حرارة الخصيتين للطيور تحت ظروف مختلفة من درجة حرارة المحيط والنشاط الجسدي للذكر. وإقترح باحثون آخرون بأن عملية تكوين النطف spermatogenesis تكون أكثر كثافةً خلال الليل عندما يكون نشاط الطير أقل وإن درجة حرارة الجسم ربما تكون منخفضة. Van Tienhoven (1961)، بإستعراضه دليل مبكر إلى حد ما لتأثير درجة الحرارة على نسيج الخصية المزدرع transplanted أو المزروع خارجاً explanted، أقترح بأن درجات الحرارة التي تكون أقل من درجة حرارة الجسم العميقة ربما تكون مفيدة لعملية تكوين النطف، كما في الثدييات، ولكن العتبة threshold التي تتداخل فيها درجات الحرارة المرتفعة مع عملية تكوين النطف تكون أعلى في الطيور.

تجهيز الدم إلى، وترتيب الأوعية الدموية ضمن، خصى الطيور يكون أبسط مما هو في الثدييات. لا تحتوي الطيور على ظفيرة الأوردة المنوية pampiniform plexus للأوعية الدموية، الأنموذجية للخصى الصفنية Scrotal testis للثدييات والتي لها دور مهم في المحافظة على درجة حرارة الخصى أقل من درجة حرارة الجسم. الشريان الخصوي في كل جانب ينشأ من الأبهر البطني كجذع عام Common trunk مع الشريان الكلوي الأمامي. هنالك أيضاً شريان خصوي ملحق متغير Variable accessory testicular artery والذي، عندما يوجد، ينشأ مباشرةً من الأبهر. الشريان الخصوي قصير جداً ويتفرع داخل الخصية ليكون عدة عروات شريانية arterial loops بين النبيبات المنوية. التصريف الوريدي يصل إلى الأوردة السطحية Superficial veins والتي تتحد وتصب مباشرة في الوريد الأجوف الخلفي Posteriorvena cava؛ الوريد العام Common vein والذي يكون قصير جداً.

لا توجد هنالك معلومات محددة حول ديناميكية جريان الدم خلال خصى الطيور، ولكن هناك بعض الدراسات التي أشارت بأنه ربما يكون أسرع بالمقارنة مع بعض الثدييات. النبيبات المنوية، بخلاف تلك في معظم الثدييات، لا تتجمع في فصيصات واضحة محاطة بحواجز نسيج ضام ليفي ممتد من المنصف mediastinum. تتفرع النبيبات وتنقسم بصورة حرة ضمن المحفظة Capsule، أو ما يعرف بالغلالة البيضاء tunica albuginea (شكل 3). تكون الغلالة البيضاء للخصى الفعالة رقيقة جداً وتتألف من جزء رقيق خارجي وجزء أسمك داخلي، والأخير يرسل فروع رقيقة بين النبيبات لتكوين بنية داعمة، هيكلية. بالمقارنة مع الخصى الصفنية للثدييات، فأن معظم خصى الطيور لينة جداً (شكل 4) وإلى حد ما بسبب فقدان حواجز النسج الضام الأساسي، القطر الكبير للنبيبات المنوية ومحتوى السائل المرتفع في النبيبات للنبيبات والذي يكون واضح عند إستئصال Excision الخصى.



شكل 3. طبقات الخصية المختلفة، من الداخل الى الخارج: النبيبات المنوية، الغلالة الوعائية، وعاء دموي كبير، والغلالة البيضاء .



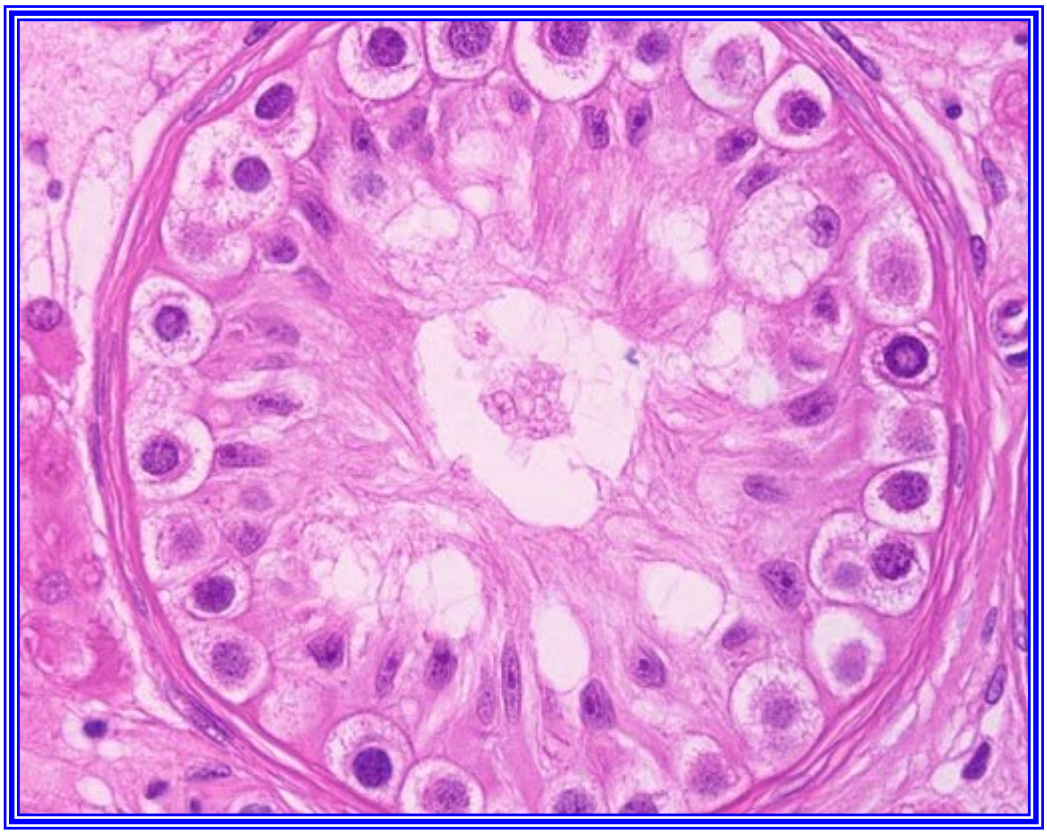
شكل 4. أجزاء الجهاز التناسلي للطيور .

يحتوي النسيج البيني على أوعية دموية وخلايا ليدج Leydig cells، والتي تفرز الإندروجينات. لا يكون النسيج البيني مرئي بسهولة في المقاطع النسيجية للخصى للديك الناضج جنسياً، إلى حد كبير بسبب التوسع الكبير للنبيبات.

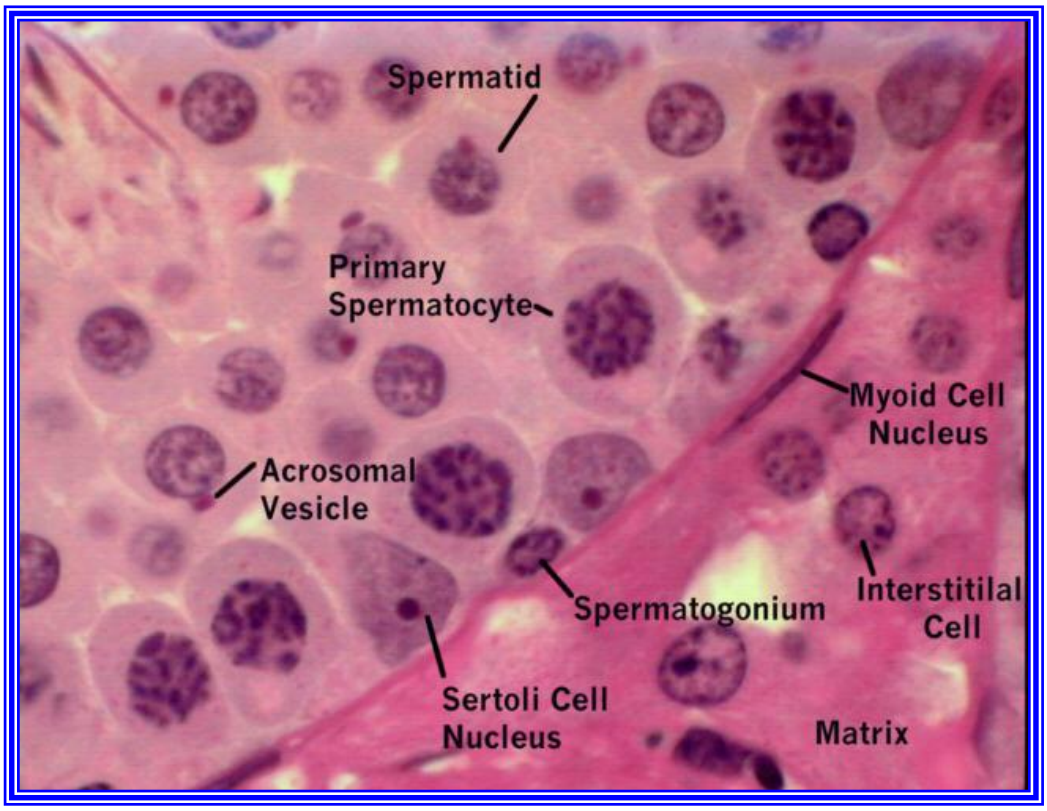
تكون النبيبات المنوية للذكور غير الناضجة صغيرة ومبطنة بطبقة مفردة من الخلايا، خلايا سرتولي Sertoli، خلايا وساق سليفات النطف Spermatogonia (شكل 5). تحتوي الخصى الناضجة على نبيبات كبيرة ذات شكل غير منتظم مع ظهارة جرثومية متعددة الطبقات تتألف من خلايا تمثل المراحل المختلفة لعملية تكوين النطف Spermatogenesis. يلاحظ من جدار النبيب وحتى التجويف بالتتابع سليفات النطف Spermatogonia والخلايا النطفية الأولية Pirmary spermatocytes والخلايا النطفية الثانوية Secondary spermatocytes وطلائع النطف Spermatids والنطف Spermatozoa. تقع أجسام خلايا سرتولي Sertoli cells بإتجاه جدار النبيب ولكن سايتوبلازمها يتعشق بين جميع الخلايا بإتجاه التجويف (شكل 6، 7).

النمو والتطور النسيجي للخصية لديكة البلايموث روك الأبيض قد وصف من قبل عدة باحثيين، وصفهم ينفع كوصف عام لسلسلة التغييرات التي تحدث في النبيب المنوي خلال النضج الجنسي للذكر. من ناحية ثانية، قاموا بإستعراض الملاحظات التي أجريت على الأنواع الأخرى وأكدوا بأن الفروقات ضمن النوع Inter – breed تتعلق بعمر الذكر والتركيب النسيجي الخاص المعروض في النبيب المنوي. عموماً، تنضج الأنواع الخفيفة بصورة مبكرة مقارنة بالأنواع الثقيلة. في ديكة البلايموث روك الأبيض (نوع ثقيل)، فأن سليفات النطف Spermatogonia تتضاعف وإن قطر النبيب يزداد تدريجياً خلال الأسابيع الخمسة الأولى من العمر. تبدأ الخلايا النطفية الأبتدائية بالظهور عند عمر 10 أسابيع تقريباً عندما يزداد قطر النبيب المنوي بدرجة كبيرة. تظهر طلائع النطف عند عمر 12 أسبوع تقريباً وإن طول النبيب يزداد بسرعة إلى الأسبوع 20 إذ تكون طلائع النطف موجودة في جميع النبيبات وإن قابلية الخصية لإنتاج النطف تتعزز بدرجة كبيرة. نمو الطور الثاني Second – phase الواضح لعرف الذكر بعد الأسبوع 12 يعتقد بأنه يكون مترافقاً مع الزيادة في خلايا ليدج البينية interstitial leydig cells المترافق مع النمو الهائل للنبيبات (شكل 8).

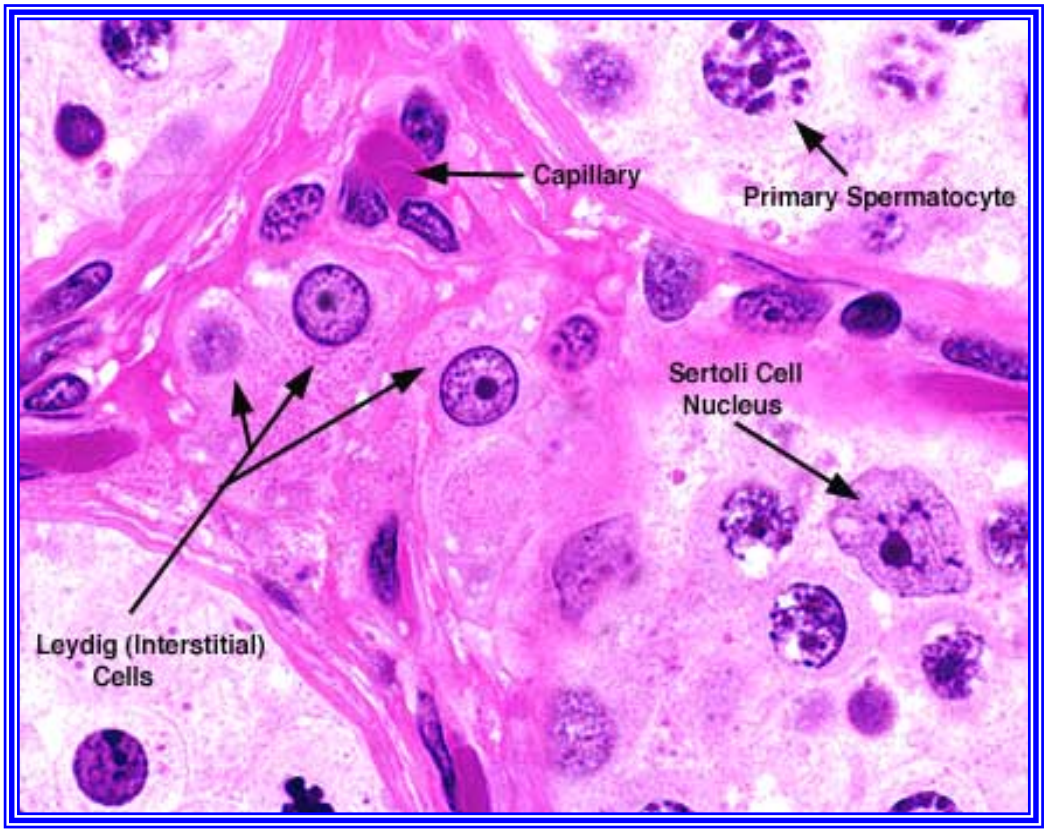
لا توجد تفاصيل عن اي من ديناميكية توليد النطف أو عن فيما إذا كانت الموجات التكرارية repetitive waves للنشاط المولد للنطف spermatogenic activity تحدث على طول النبيبات المنوية للطيور كما ذكر في خصى بعض الثدييات. درس أحد الباحثين الظهارة الجرثومية الخصوية testicular germinal epithelium للطيور باستخدام المثبتات fixatives المسببة لتمزق أقل للخلايا المنقسمة بفعالية.



شكل 5. مقطع عرضي لنبيب منوي لذكر غير ناضج، يلاحظ انه يتكون من طبقة واحـدة من الخلايا، عبارة عن خلايا سرتولي وخلايا سليفات النطف .



شكل 6. مقطع عرضي لنبيب منوي لذكر ناضج، تلاحظ فيه جميع انواع الخلايا .



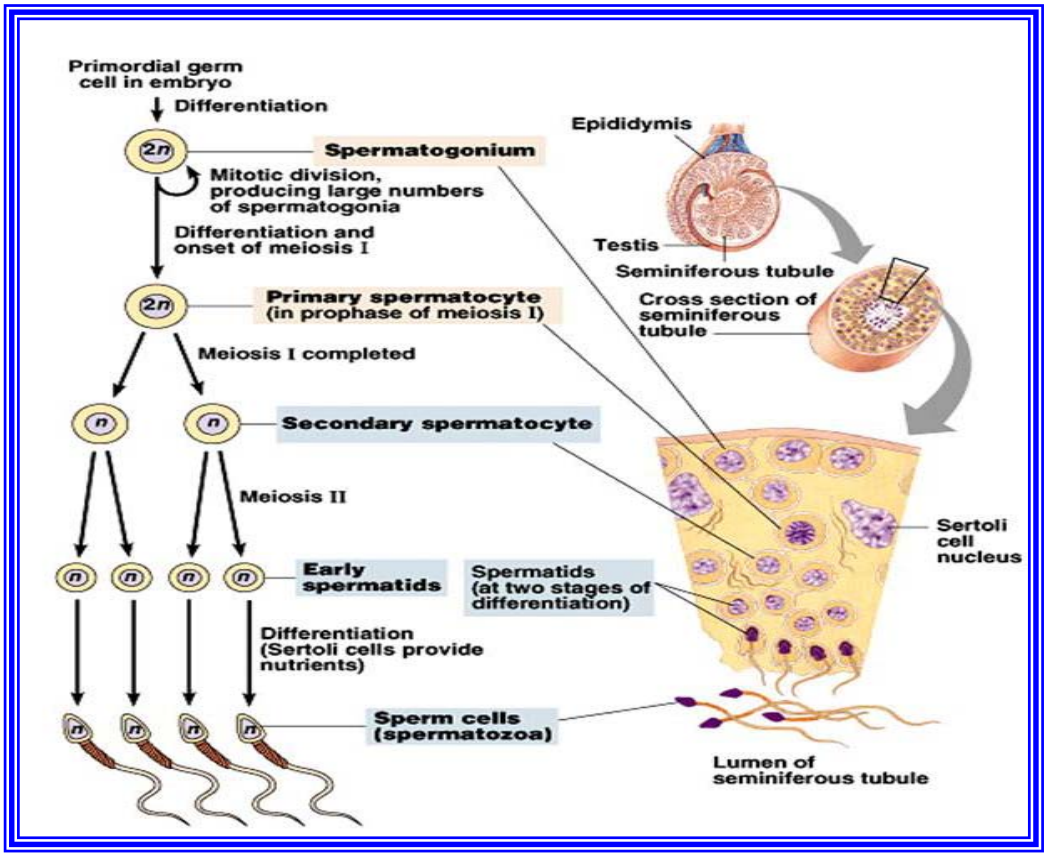
شكل 7. مقطع عرضي في النسيج البيني الذي يقع بين النبيبات المنوية للخصية.

شكل 8. الخلايا المتكونة اثناء عملية تكوين النطف، تبدأ بخلايا سليفات النطف في قاعدة النبيب المنوي وصولاً الى النطف الناضجة في تجويف النبيب المنوي.

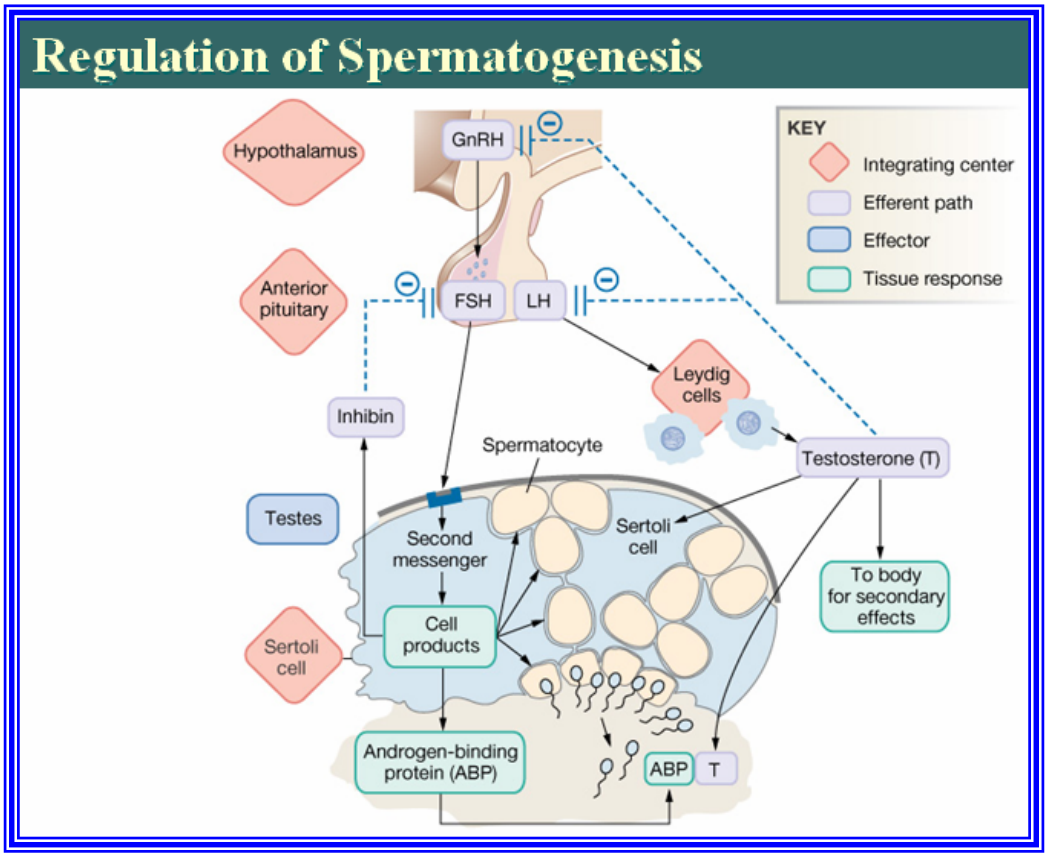
وأقترح بأنه هناك دليل بأن أنوية الخلايا النطفية Spermatocyte nuclei تعانـ ـي إنقسـام دون إنشطار سايتوبلازمي Cytoplasmic cleavage والنشـ ـاط الخيطـ ـي اللاحـ ـ ـق Subsequent mitotic activity لأنوية طلائع النطف، كذلك يكون بدون إنشطار سايتوبلازمي (شكل 9)؛ هذا سوف يفسر وجود الخلايا المتعددة الأنوية في النبيبات المنوية والذي لا يمكن إعزائه للتغيرات المرضية. من ناحية ثانية، على ضوء دراسات المجهر الإلكتروني على الثدييات وعلى الطيور فأنه من الواضح بأنه دراسات إضافية عن الذي ذكر أخيراً يكون مطلوب لإكتشاف فيما إذا كانت الجسور بين الخلايا intercellular bridges (المتكونة بين الخلايا النطفية Spermatocytes خلال عملية تكوين النطف Spermatogenesis) تفسر جزئياً أو كلياً الظهور النهائي لهذه الخلايا متعددة الأنوية والتي تتكون من أنوية طلائع النطف.

أمد عملية تكوين النطف في ديكة اللكهورن الأبيض تم دراستها من قبل بعض الباحثيين. الديكة تم حقنها بـ H^3 – thymidine وفيما بعد تم فحص الخصى والقذفات يومياً. عملية توليد النطف دامت لمدة 6 أيام؛ أولى النطف المعلمة أنطلقت في تجويف النبيبات المنوية بفترة 12 يوم بعد الحقن بينما أولى النطف المعلمة ظهرت في القذفة بين الأيام 13 – 15 وهكذا، فأن إنتقال النطف خلال القناة الناقلة لا يتتطلب أكثر من 3 أيام. دليل مماثل تم الحصول عليه باستخدام po_4^{32}. فقد قدر الوقت الأدنى minimum time من مرحلة الخلايا النطفية الأبتدائية إلى إنتاج النطف الناضجة بأنه كان 12 يوم ؛ النطف تحتاج إلى 4 أيام لتجتاز نظام القناة اللصيقة للخصية Juxta – testicualar duct system والقناة الناقلة ductus deferens. إن عملية تكوين النطف تكون تحت سيطرة هرمونية كاملة تشارك فيها كل من تحت المهاد والغدة النخامية ونسيج الخصية (شكل 10).

تقدم الخصية النطف إلى السائل المنوي من الظهارة الجرثومية، ومع إنه لا توجد جمعات مباشرة للسائل المنوي قد عملت من النبيبات المنوية، كما في بعض الثدييات، فأنه من المؤكد من الدليل المجهري والتشريح العياني بأن السائل ينشأ كذلك من هذا المصدر ويقدم إلى السائل المنوي. يتفرع سايتوبلازم خلايا سرتولي على طول فجوات التجمعات الكاملة لخلايا الظهارة الجرثومية؛ الدليل النسيجي يقترح بأن بعض الإفراز ينشأ من الخلايا الساندة هذه. يوجد كلوتاميت glutamate أكثر في السائل المنوي للطيور مقارنةً بالثدييات الداجنة domestic mammals؛ مصدره من المحتمل إن يكون خصوي، ولكن هذا لم يؤكد حتى الآن. عدة دراسات قدمت نتائج ربما تكون وثيقة الصلة بالموضوع لأي فحص مستقبلي لأهمية وجود الكلوتاميت الوفير في الخصية. على سبيل المثال، أثبت خارج الجسـم الحـي *in vitro* بأن هذا النسيج له إستخدام أكبر للكلوكوز مقارنةً بما موجود في خصية الأرنب.



شكل 9. الانقسامات التي تحدث خلال عملية تكوين النطف في النبيبات المنوية .



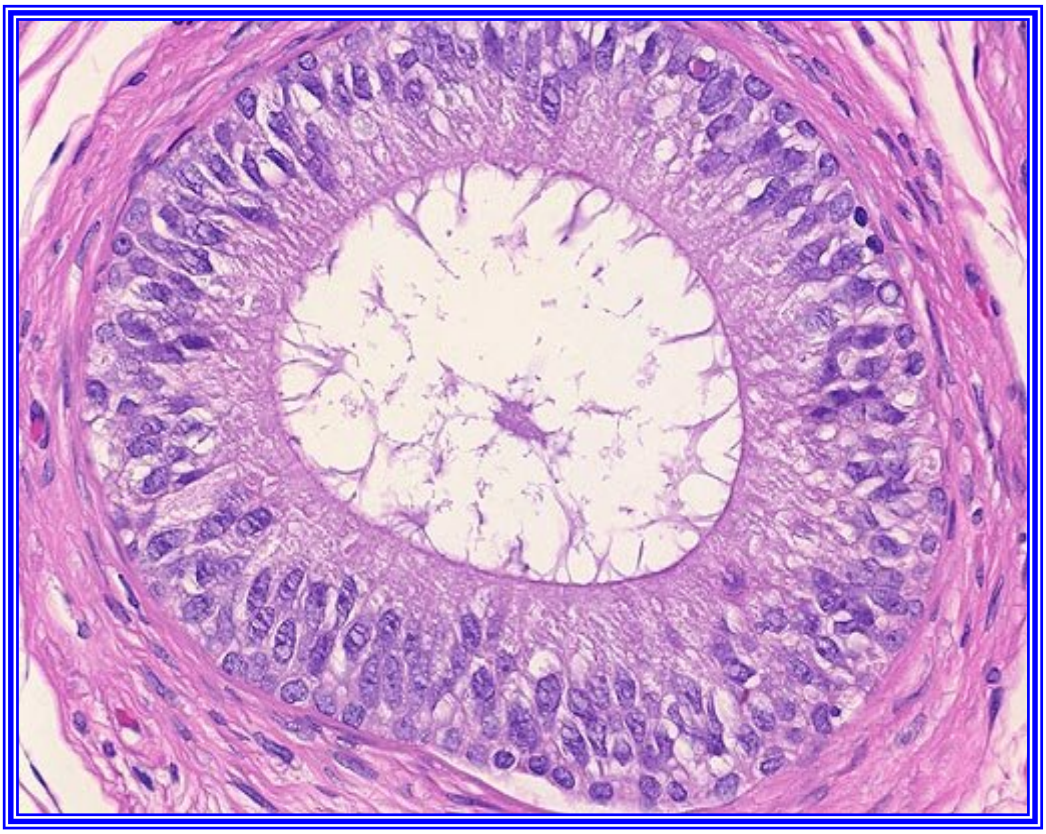
شكل 10. السيطرة الهرمونية على عملية تكوين النطف .

أفترض الباحثون السابقون ترافق بين تكيف الخصى البطنية لأداء وظيفتها بدرجات حرارة جسم مرتفعة والحاجة الكبيرة للطاقة والمركبات الوسيطة intermediates لغرض أيضها العام general metabolism. نشاط الـ hexokinase كان مرتفع في خصى الطيور. ووجد بأن النطف الخصوية testicular spermatozoa، المحضونة خارج الجسم الحي مع الكلوكوز، تحول كلوكوز مستخدم utilized glucose أقل إلى ثاني أوكسيد الكربون مقارنةً بما تقوم به نطف القذفة ejaculated spermatozoa تحت ظروف مماثلة؛ حوالي نصف كاربون الكلوكوز يظهر كأحماض أمينية محددة certain amino acids. ولوحظ فيما بعد بأن حامض الكلوتاميك كان الحامض الأميني الرئيسي المنتج من الكلوكوز بواسطة النطف الخصوية للثور.

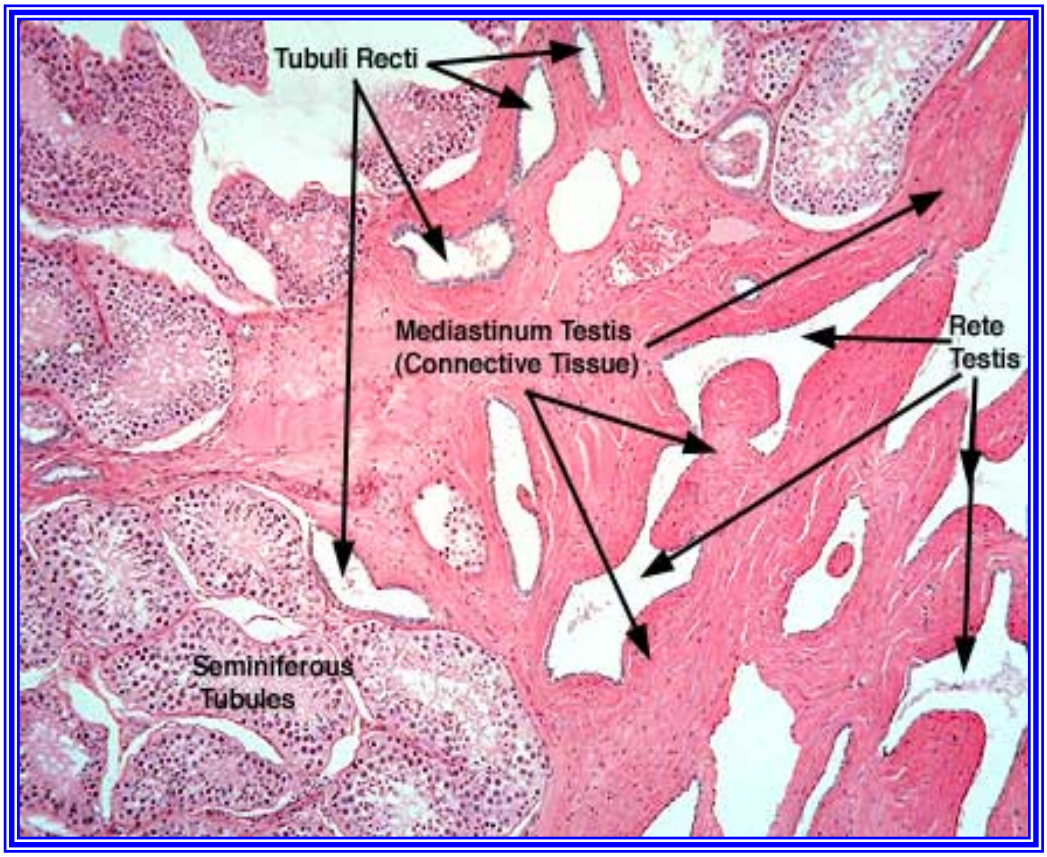
ب. نظام القناة اللصيقة للخصية Juxta – testicular duct system

بخلاف الثدييات ذات الخصى الصفنية، فأن الطيور تفتقد إلى القناة الملتفة الواسعة المقسمة إلى أجزاء أصغر (البربخ epididymis). بدلاً من ذلك، الأنطمار ضمن النسيج الضام عند إرتباط الخصية مع جدار الجسم الظهري (المنطقة البربخية the epididymal region) عبارة عن نظام قنيـ ـات system of ductules، تقابل الشبكـ ـة الخصويـة rete testis والقنيوات الصادرة ductuli efferents في الثدييات، وقناة بربخ شديدة الصغر diminutive ductus epididymis (شكل 11). النبيبات غير النافذة blind tubules الأخرى، الموجودة أيضاً في هذه المنطقة، عبارة عن بقية الكلية الوسطى mesonephros.

شبكات النبيبات المنوية تتحد في عدة مناطق في الجزء الظهري من الخصية وتتصل بشبكة القنوات channels، التي تعرف بالشبكة الخصوية rete testis (شكل 12). محتويات الشبكة rete تصب في القنيوات الصادرة الواسعة extensive ductuli efferents (شكل 13) والتي تتميز بإمتلاكها غشاء مخاطي ذات طيات Folded mucosa . بخلاف الشبكة rete والتي تبطن كلياً بخلايا مكعبة واطئة low cuboidal cells، فأن ظهارة القنيوات ductuli تتألف من طبقة متعددة الطبقات stratified layer من الخلايا. القنيوات الصادرة ductuli efferents تتصل جانبياً لترتبط بعدة إماكن مع قناة البربخ القصيرة (المشتقة من الجزء الأمامي أكثر لقناة وولف Wolffian duct). لوحظ نشاط إفرازي في القنيوات الصادرة وقناة البربخ مع إنتاج للفوسفاتيز الحامضي acid phosphatase والكلايكوبروتين glycoprotein والدهن lipid. لم يعرف لحد الآن أية معلومات عن وظائف ماصة absorptive في نظام القناة الملاصقة للخصية في الطيور.



شكل 11. مقطع عرضي في البربخ .



شكل 12. مقطع عرضي في الخصية تظهر فيه شبكة قنوات الشبكة الخصوية .

ج. القناة الناقلة Ductus deferens

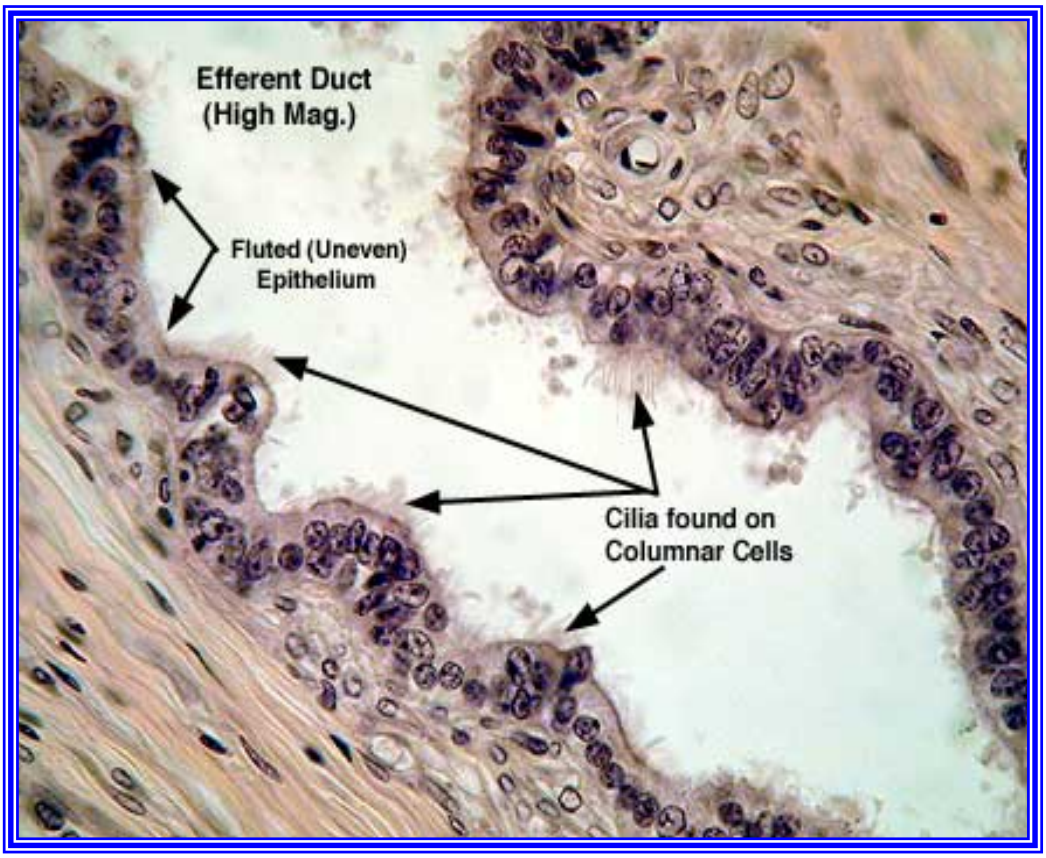
تكون القناة الناقلة (مشتقة من الجزء القاصي لقناة وولف Wolffian) في الديك cock، عبارة عن أنبوب واسع جداً وملتف (شكل 14). الجزء الأبتدائي لقناة Wolffian (قناة البربخ) مقتصر على المنطقة البربخية، ولكن القناة الناقلة تستمر إلى الخلف على طول السطح البطني الوسطي الكامل entire medio – ventral للكلية، متوازي مع الحالب الرئيسي main ureter، في غمد نسيج ضام عام Common connective tissue sheathe. في البطن الخلفية posterior abdomen فأن التلافيف لكل قناة تتوسع كثيراً؛ في الحوض تكون مستقيمة لمسافة قصيرة قبل إن تصبح شبيهة بالكيس sac – like قبل النهاية في المجمع بواسطة حليمة إنتصابية erectile papilla (القناة القاذفة ejaculatory duct) والتي تبرز في الكنيف البولي البطني الجانبي latero – ventral urodaeum. ليس هناك أي جزء من القناة الناقلة القاصية distal ductus deferens مشابهة في التركيب للجراب ampulla في الثدييات.

تفتقر القناة الناقلة إلى الطبقة العضلية السميكة النموذجية للثدييات وهي عضو الخزن الرئيس للنطف في كل جانب من البطن. هنالك دليل هام بأن الإفرازات تنتج من قبل بعض الخلايا المبطنة لهذا العضو، متضمة مقدار وافر من الفوسفاتيز الحامضي. الصور المجهرية الإلكترونية الحديثة أظهرت بأن النطف ربما تمتص خلال الغشاء المخاطي mucosa للقناة الناقلة. لم يعرف شيء حتى الآن عن نضج النطف ضمن القناة، ولكن لوحظ أن النطف من قناة البربخ تفتقد للقدرة الإخصابية في حين النطف من القناة الناقلة تخصب البيض.

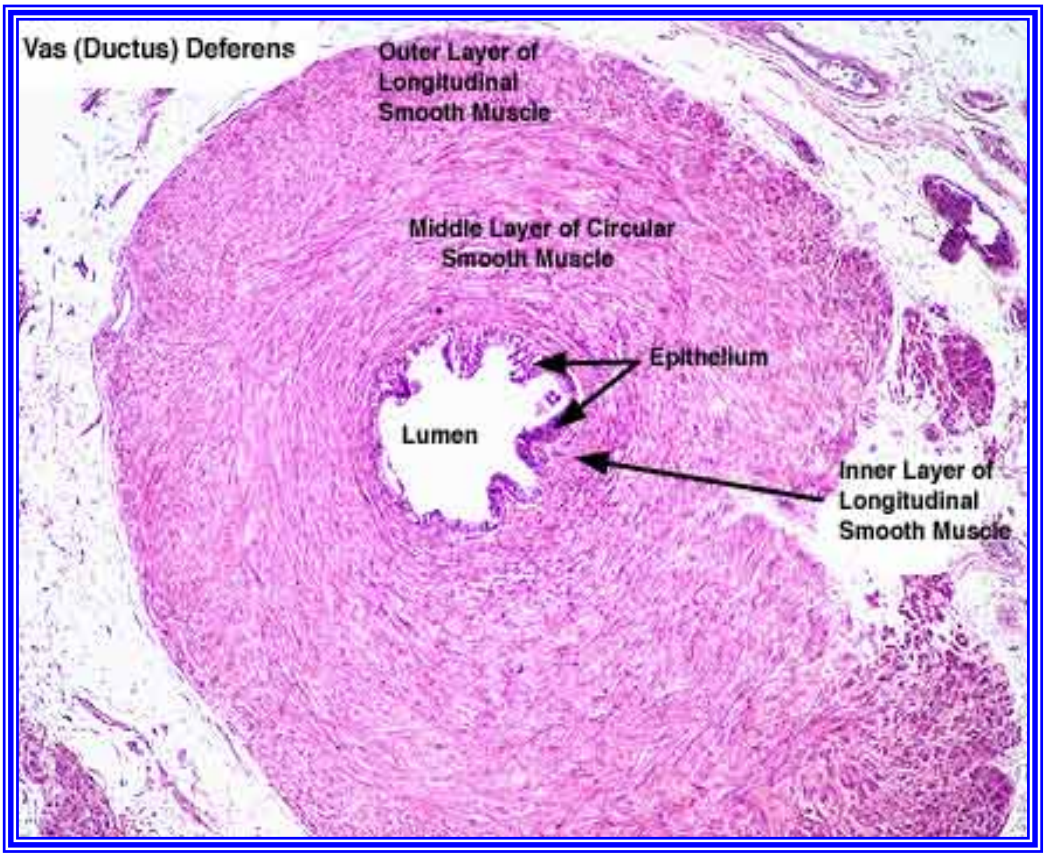
د. القضيب الإنتصابي والتراكيب المتصلة به في المجمع

Erectile phallus and related structures in the cloaca

ليس هناك أي من الأعضاء التناسلية اللاحقة الموجودة في الثدييات تكون موجودة في الطيور وليس هناك عضو إيلاج كبير large intromittent organ. من ناحية ثانية، قضيب إنتصابي صغير يكون موجود في الجزء البطني للشرج الأولي proctodaeum أنه يتألف من زوج من الطيات المستديرة تحيط بجسم أبيض مركزي صغير من جانبيه، والذي يعتقد بأنه يعمل إتصال مع المهبل البارز بدرجة طفيفة خلال الجماع. في هذا الأرتباط ربما يكون من المهم معرفة وجود أعضاء حسية sense organs في قضيب الدجاج وقضيب الرومي (شكل 15). أما الطيور المائية والطيور مسطحة عظم القص ratites (الطيور الكبيرة التي لا تمتلك القدرة على الطيران) فتحتوي على عضو إيلاج حقيقي يدخله الذكر داخل مهبل الأنثى أثناء عملية التزاوج (شكل 16).



شكل 13. مقطع عرضي في القنيوات الصادرة.

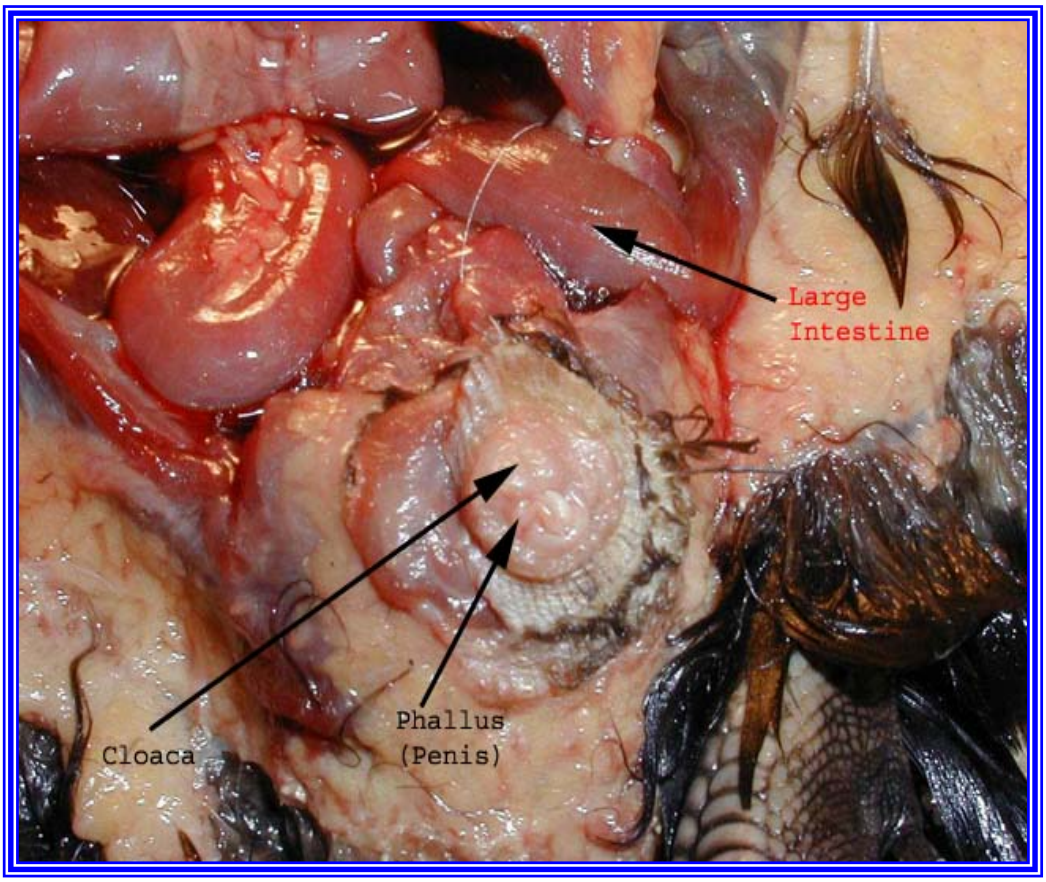


شكل 14. مقطع عرضي في القنوات الناقلة .

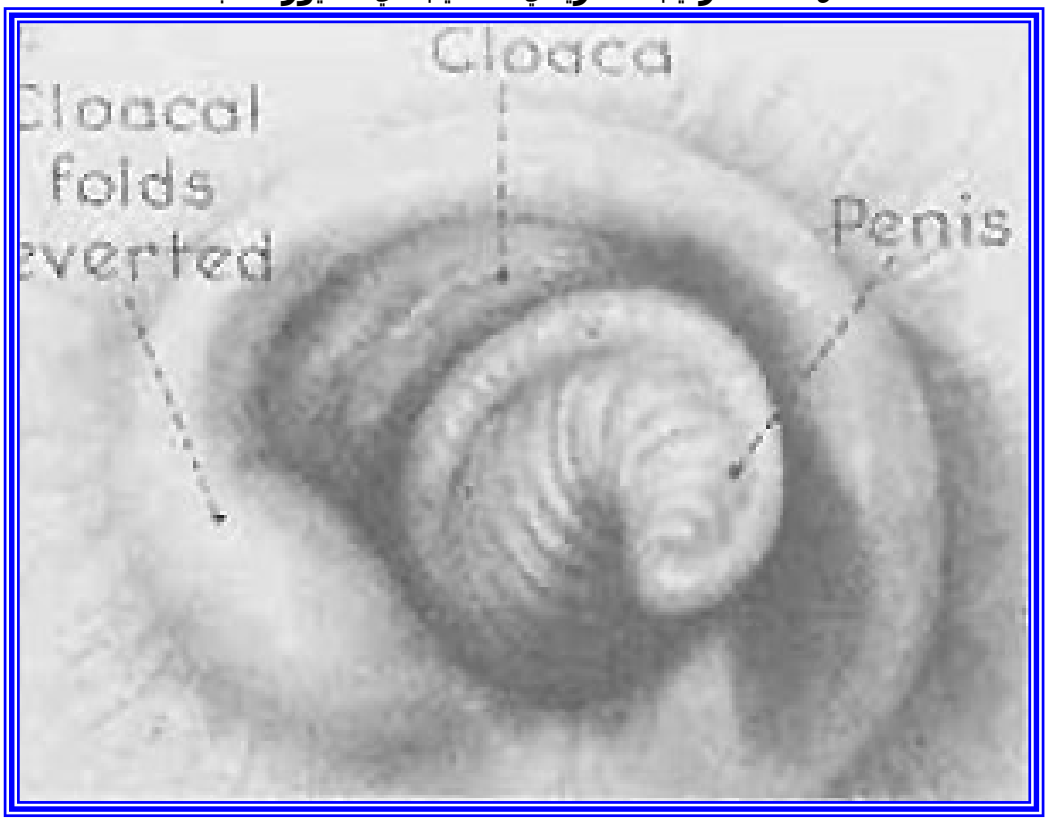
تشريح وميكانيكية إنتصاب القضيب قد درست من بصورة مفـصلة. يتـسبب الإنتـصاب بواسطة الأحتقان الموضعي engorgement للقضيب والتراكيب ضمن مجمعيـة المتـصلة بـه related intra – cloacal structures (طيات اللمف lymph folds) بالـسائل شـبيه اللمـف lymph – like fluid؛ هذا يتكون من تدفق الدم فـي جيـوب زوج مـن الأجـسام الوعائيـة، "gefässreiche körper"، واقعة داخلياً، واحدة في كل جانب ومجاورة للجزء الـشبيه بـالكيس Sac – like portion لكل قناة ناقلة. الـ "gefässreiche körper" يجهز بالدم من الـشريان الفرجي الداخلي internal pudendal artery. ويساعد في عملية الإنتصاب أيضاً إرتخاء عضلة القضيب الكامشة الخلفية posterior retractor penis muscle في وقت واحد مع تدفق الـسائل شبيه اللمف في التركيب القضيبي phallic structure. وهناك نسيج وعائي إضافي فـي جـدار المجمع، يشير إليه بوصفه "جسم وعائي vascular body"، ولكن لا يخلـط بينـه وبـين الـ "gefässreiche körper"، الذي يحتقن engorges بالدم خلال الإنتصاب، والذي يرافق الإثارة excitation والضغط اليدوي المطبق خلال الجمع الإصطناعي للسائل المنـوي. تجهيـز الـدم المفصل لكامل الجهاز التناسلي والمجمع قد وصف بالتفصيل.

ظفائر الأعصاب الحوضية الخثلية pelvic hypogastric plexuses of nerves لم تحدد بصورة جيدة كما في الثدييات. تجهيز الأعصاب للأعصاب الذكرية لم يتم دراسته بالتفصيل، ولكن من المعرفة المحددة الحالية للتشريح العياني يبدو بأنه هناك تدفق ودي Sympathetic outflow للنصف الأخير من القناة الناقلة على الأقل وإلياف نظيرة الودية parasympathetic fibres من المحتمل إن تكون مختلطة mixed في العصب الحوضي pelvic nerve. يترافق العصب الحوضي في كل جانب مع القناة الناقلة الخلفية posterior ductus deferens والنسيج المجمعي cloacal tissue. أنه يتكون من الفروع الحوضية الإحشائية pelvic visceral rami، للأعصاب القطنية العجزية (8 – 11) (lumbo – sacral nerves 8 – 11) والتي تماثل الأعصاب الشوكية Spinal nerves 30 – 33. التشريح العصبي العياني مشابه لذلك الذي للدجاجة hen.

الدراسـات الحديثـة أثبتت أمـداد بالعصـب الداخـلي إدرينالييني الإثارة وغيرrich adrenergic intrinsic innervation للقناة الناقلة في الطيور؛ في حين لاحظت الدراسات السابقة محتوى نورإدريالين مرتفع في هذا العضو مساوي في المقدار لذلك في الثدييات.



شكل 15. التركيب التشريحي للقضيب في الطيور الداجنة .

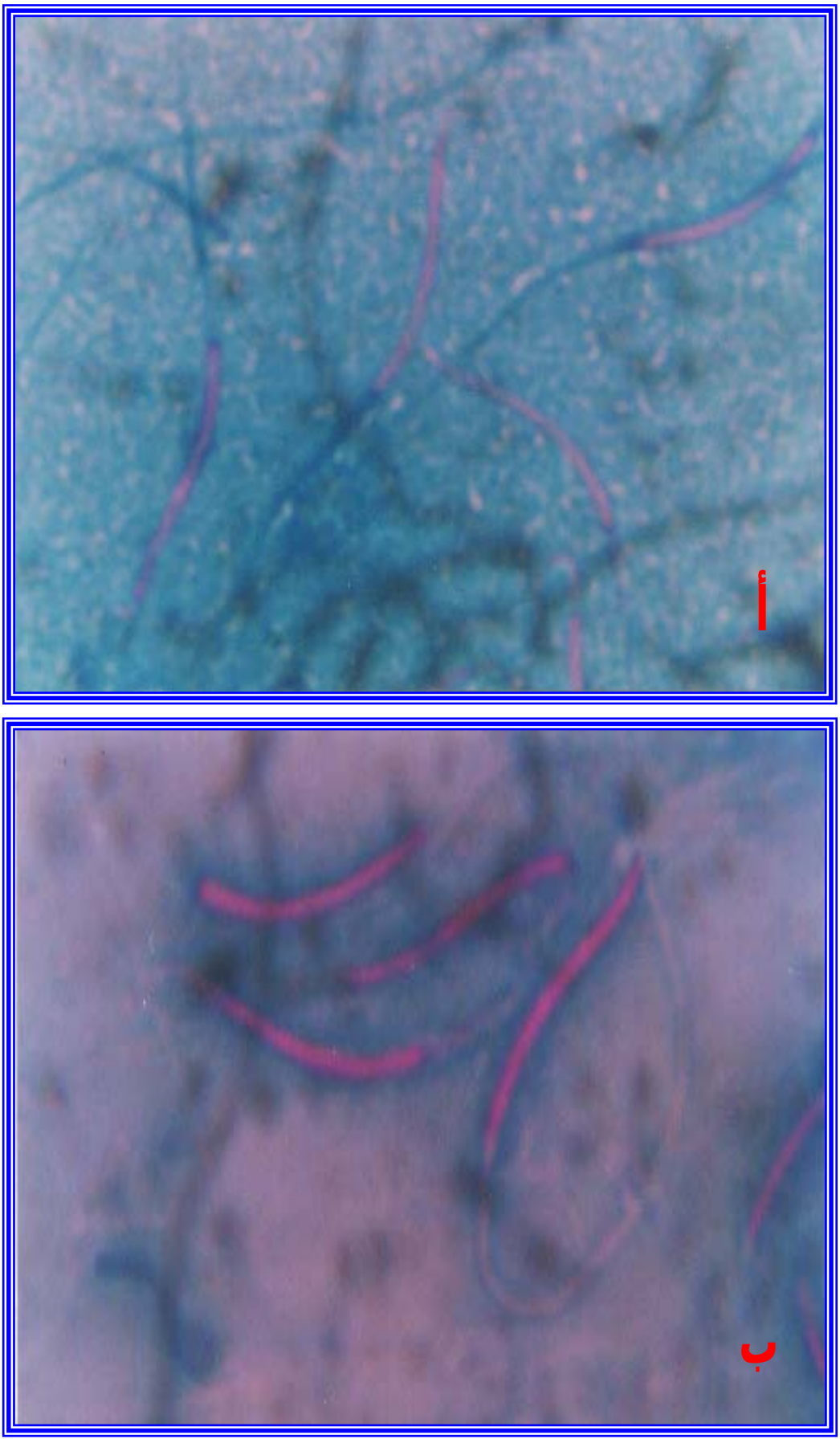


شكل 16. التركيب التشريحي للقضيب في الطيور المائية .

السوائل التناسلية الملحقة Accessory reproductive fluids

تتألف البلازما المنوية للذبيبات من إفرازات السائل من الخصية والقنوات الملاصقة للخصية والقناة الناقلة سويةً مع السوائل المنتجة من بعض الأعضاء التناسلية اللاحقة، والتي تعمل النطف إتصال معها فقط عند القذف. بما إن الطيور لا تمتلك هذه الأعضاء التناسلية اللاحقة، لذا فأن التحديد لما هو بلازما منوية حقيقية، وأهمية السوائل اللاحقة لتلك السوائل للجهاز التناسلي يطرح أسئلة مهمة ومثيرة للجدل. السائل المنوي للطيور الذي يقذف داخل مهبل الأنثى أثناء التزاوج الطبيعي أو الذي يجمع أثناء عملية الجمع الاصطناعي للسائل المنوي عبارة عن نطف منتشرة داخل البلازما المنوية (شكل 17).

السائل الشبيه باللمف المنتج خلال الإنتصاب والمسبب لإحتقان التراكيب القضيبية في المجمع، يمكن إن يمر خلال الظهارة السطحية لطيات اللمف الإنتصابية erectile lymph folds في المجمع خلال الجمع الإصطناعي للسائل المنوي ويكون ما يعرف بالسائل الشفاف transparent fluid. أهمية هذا السائل المترشح كمكون للبلازما المنوية هي الآن مثيرة للنقاش. فقد أعتبره بعض الباحثين بأنه مناظر للسائل التناسلي المنوي اللاحق seminal accessory reproductive fluid للذبيبات. في حين باحثيين آخرين لا يتفقون كلياً مع هذا التنظير الوظيفي خصوصاً عندما السائل المنوي (يعني محتويات القناة الناقلة) يمكن إن يجمع إصطناعياً من الحليمات المجمعية cloacal papillae بدون إي تلوث من السائل الشفاف. هذه هي الحالة طبعاً مع الأنواع الخفيفة light breeds من الطيور، ولكن مع ذكور الأنواع الأخرى فأن الضغط يكون أكثر صعوبةً لكي يطبق عندما يتم الحصول على السائل المنوي بطريقة التدليك التقليدية conventional massage method؛ في مثل هذه الحالات فأن السائل الشفاف يتم الحصول عليه بسهولة عند ضغط squeezing جوانب المجمع والقضيب المنتصب وطيات اللمف. ولوحظ بأنه خلال الجماع الطبيعي فأن السائل الشفاف يقذف في جامعات السائل المنوي semen collectors التي تم ربطها على مجمع الذكر. إلى إن وعاء الجمع هذا يمكن إن يخترع ليلائم مهبل الدجاجة لإستلام القذفة خلال الجماع، فأن التركيب الحقيقي للسائل المنوي الذي يدخل المهبل، الذي يمكن إن يعتبر كسائل منوي حقيقي، سوف لن يعرف. من الممكن بأن السائل الشفاف، المترشح خلال ظهارة طيات اللمف أثناء الإحتقان، ربما يفيد لمعادلة البيئة الحامضية في فتحة المهبل المتسببة بواسطة المواد البولية والبرازية، وهكذا تحمي النطف المترسبة هناك. الخصوبة المثلى يمكن إن تتبع الترسيب داخل المهبل intravaginal deposition للسائل المنوي المجموع إصطناعياً بدون السائل الشفاف. السائل الشفاف والسوائل من الأنسجة الإنتصابية الأخرى في المجمع تكون ضارة لبقاء النطف خارج الجسم الحي *in vitro* ويمكن أن يعود البسبب إلى إنها تحتوي على:



شكل 17 أ و ب. انتشار النطف داخل البلازما المنوية للطيور.

أ- عوامل تخثر الدم blood clotting agents والتي تلازن agglutinate النطف.
ب- المستويات المرتفعة من الـ Cl^- و Ca^{2+} المشتقة مباشرة من بلازما الدم.
ج- أحياناً، الحبيبات granules وكريات الدم blood corpuscles والخلايا المتقشرة desqua mated cells التي يتم الحصول عليها خلال الجمع الإصطناعي للسائل المنوي؛ وهذه بوضوح مركبات مشكوك فيها dubious components.

الخواص الفيزياوية والكيمياوية للسائل المنوي للطيور
Physical and chemical properties of fowl semen

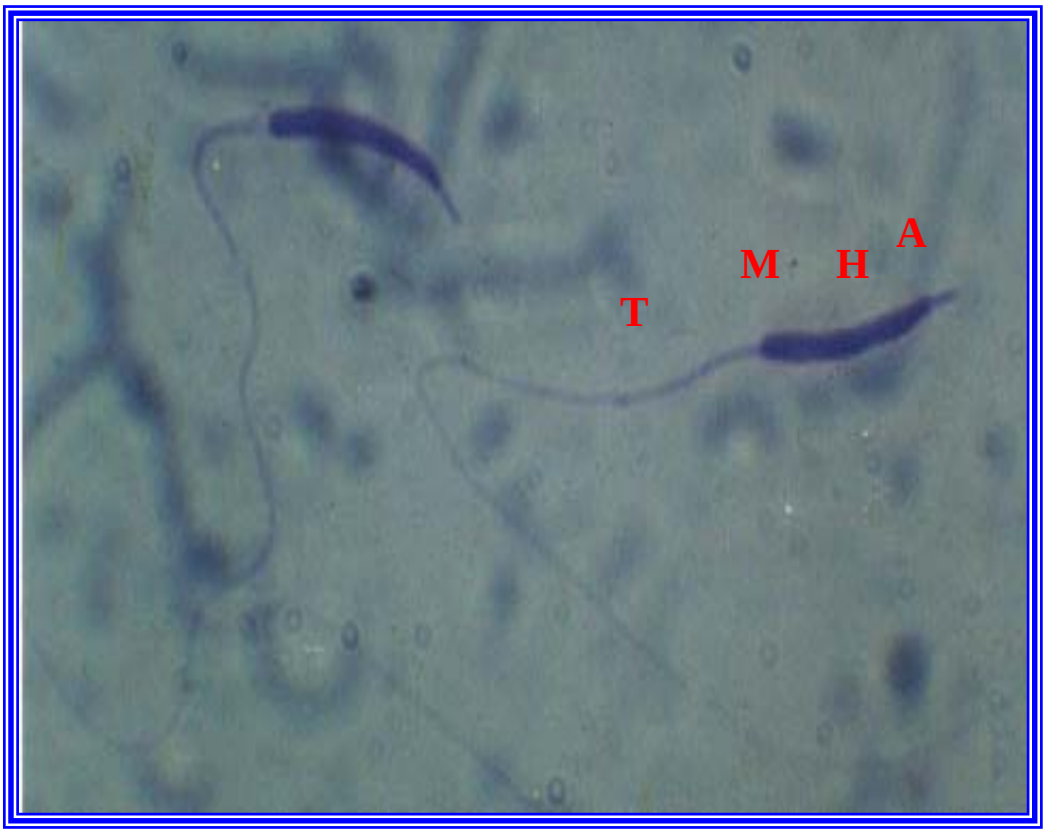
كما لوحظ آنفاً فأنه من غير الممكن حتى الآن الحصول على عينات من السائل الذي يقذفه الديك في مهبل الدجاجة خلال الجماع. فقط مواد متغايرة الخواص heterogeneous materials (مع أو بدون السائل الشفاف) يتم الحصول عليها خلال التحفيز اليدوي للذكر تكون متاحة لغرض الدراسة. وقدر بأنه حوالي نصف إلى ثلثي محتويات القنوات الناقلة تقذف خلال عملية القذف.

أ. بنية النطفة Morphology of the spermatozoon

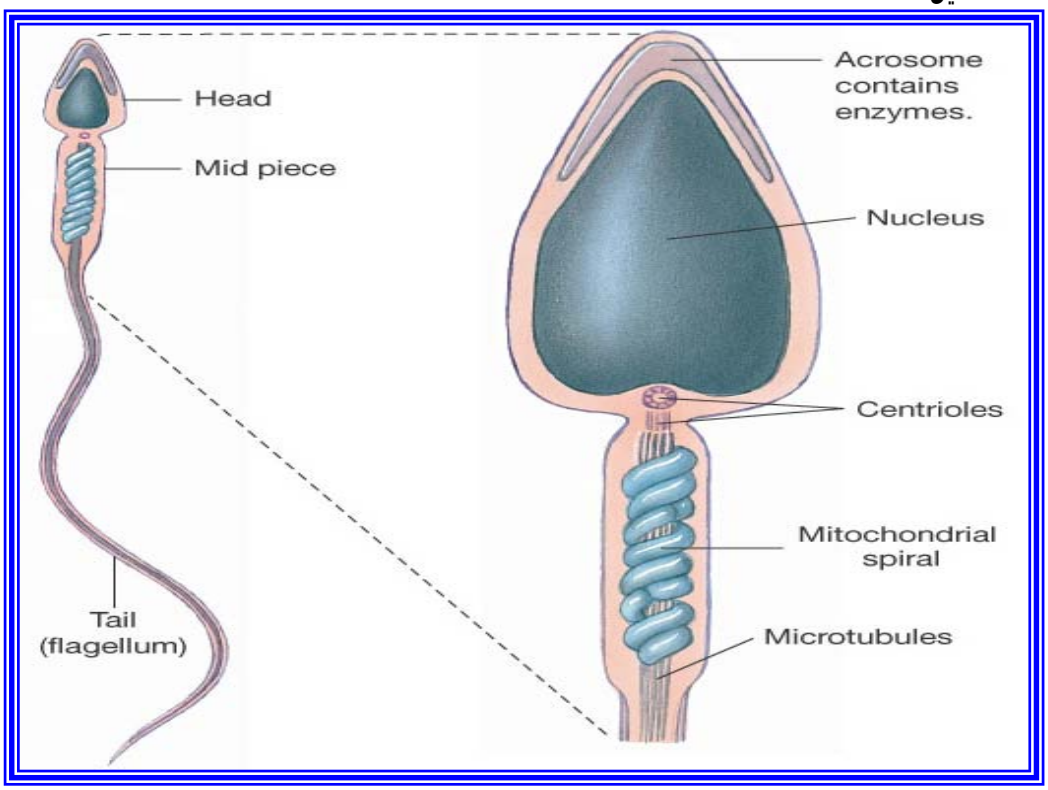
تفتقد نطفة الطيور إلى "القطيرة البلازمية المحركة Kinoplasmic droplet" الصفة المميزة للثدييات عندما تغادر النبيبات المنوية؛ فقط جزء دقيق، يفترض بأنه سايتوبلازم طليعة النطف spermatid، يكون موجود عند النهاية الخلفية للرأس. في الثدييات هجرة "القطيرة البلازمية المحركة" ذيلياً caudally على طول القطعة الوسطية mid piece عندما تتحرك نحو أسفل قناة البربخ تكون مطاوبة لكونها جزء من عملية الأنضاج ripening process.

أعتبر البعض القطيرة كبقية لسايتوبلازم طليعة النطفة، وأعتقد آخرين بأنها تكون مترافقة على وجه التخصيص مع تغذية nourishment النطفة خلال مرورها نحو أسفل قناة البربخ؛ أهميتها الدقيقة موضوع نقاش. لوحظ بأن قطيرة الثدييات تحتوي على العديد من إنزيمات الجسيمات الحالة Lysosomal enzymes وأكدوا بأن الإنزيمات تقطع ceased لتكون مترافقة مع النطفة خلال نضجها وقذفها.

نطف الطيور صغيرة مقارنة بنطف الثدييات والتي معها أيضها كثيراً ما يقارن؛ معدل حجمها 9.2 μm^3. نطف الأنواع المختلفة من الطيور تختلف في الشكل؛ فنطف ذكور الدجاج تكون خيطية Filamentous وتتألف من جسم طرفي ذات شكل مخروطي conical – shaped acrosome بطول 1.7µm ورأس أسطواني منحنٍ curved cylindrical head بطول 12.5µm وقطعة وسطية للذنب middle – piece of the tail بطول 4µm وقطعة رئيسية للذنب principal – piece of the tail بطول 80µm تقريباً (الشكلين 18 و 19).



شكل 18.اجزاء نطفة الطيور، A : الأكروسوم، H: الرأس، M: القطعة الوسطية وT: الذيل.



شكل 19. التركيب الداخلي للنطفة .

النطفة في موقعها العريض يبلغ قياسها حوالي 0.5µm. دراسة المجهر الإلكتروني المفصلة للخلية قد أجريت ولوحظت عدة أوجه بارزة للتركيب الفوقي ultrastructure. النطفة الكاملة تحاط بالغشاء السايتوبلازمي cytoplasmic membrane لطليعة النطف والذي منها يتحول metamorphosed. الجسم الطرفي acrosome يكون بسيط، يتألف من محور مركزي داخلي inner spine (الثاقب perforatorium) مطمور في الجزء الأمامي leading part للرأس الأسطواني، ومحاط بقلنسوة ذات شكل مخروطي. ليس هناك دليل بخصوص التركيب شبيه الخطاف (صنارة صيد السمك)hook – like structure، القلنسوة من دراسة الصور المجهرية الإلكترونية. عند هذه النقطة يبدو بأنه هناك بعض المواد من تركيب مجهول بين المحور المركزي والقلنسوة.

القطعة الوسطية middle – piece، في جزئها الأول عبارة عن مريكيز قاصي ذات شكل أسطواني cylindrically – shaped distal centriole محاط بغمد من المايتوكندريا (شكل 20). الجزء الأخير يكون صفائح منحنية على العكس من الأسطوانـات الممدودة، الملتفـة coiled elongate cylinders، النموذجية للثدييات. ليس هناك دليل في المقطع العرضي لأي من الجزء الخلفي للقطعة الوسطية أو القطعة الرئيسية للذيل، بشأن الألياف الأبعد الكثيفة إلكترونياً electron – dense outermost fibres المحيطية لزوج الألياف التاسع، والذي يكون نموذجياً في الثدييات، بصرف النظر عن آثار جدار المريكيز القاصي الذي يعلو الزوج doublet.

طول القطعة الوسطية يكون قصير نسبياً إلى الطول الكلي للنطفة. العدد الكلي للمايتوكندريا حوالي 30، وهذا أقل بكثير مقارنة بـ 80 – 85 المقدرة بالنسبة لخنزير غينيا والثور. الطول الكلي للنطفة للحيوانات المذكورة أخيراً هو أقل مقارنة بالطيور. على أية حال، ما إذا كانت أو لم تكن الكتل النسبية للمايتوكندريا مختلفة في هذه الثدييات التي تم ذكرها والطيور، وإنها تكون مترافقة مع الفروقات الملاحظة خارج الجسم لنطفها هو غير أكيد. العدد المنخفض من المايتوكندريا سويةً مع الحجم الأصغر للخلية، ربما يترافق مع معدل الأيض المنخفض الملاحظ لنطف الطيور والذي دائماً يورد على سبيل المثال على أساس "لكل نطفة per sperm" عندما يقارن مع تلك التي للثدييات المختلفة. على سبيل المثال، إمتصاص الأوكسجين oxygen uptake في ظروف خاصة ربما يختلف عن الثدييات عندما يحسب على أساس عدد النطف، ولكن ليس عندما يحسب في صيغة كتلها.

ب. التركيب الكيمياوي للنطف وأيضها

Chemical composition of spermatozoa and their metabolism

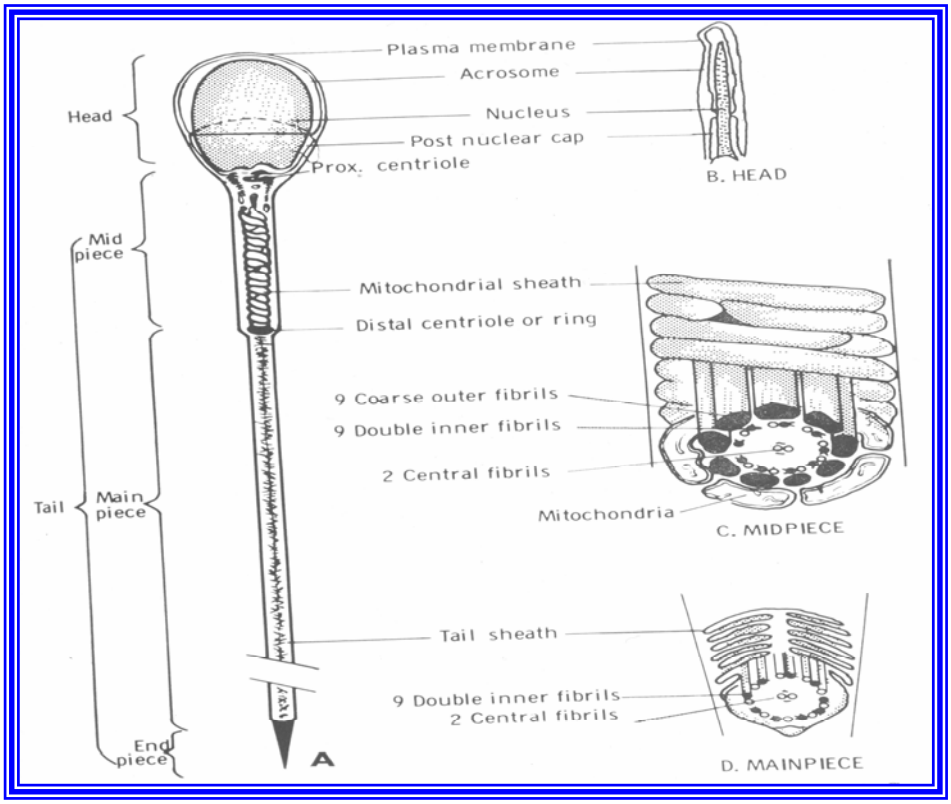
في هذا العرض ليس المقصود تقديم جميع المعلومات المتاحة عن تأثير ظروف خارج الجسم الحي *in vitro* conditions على نطف الطيور المتحصل عليها كنتيجة لخزن النطف خارج الجسم الحي لأغراض التلقيح الإصطناعي.

نسبة النطف في السائل المنوي للطيور مرتفعة ولكن القيم المذكورة متفاوتة جداً بسبب فروقات النوع breed والمقادير المختلفة من السائل الشفاف المتضمن في عينات السائل المنوي المجموعة إصطناعياً. السائل المنوي بدون السائل الشفاف ربما يحتوي كمعدل حوالي 5 – 7 ملايين نطفة لكل ملم^3.

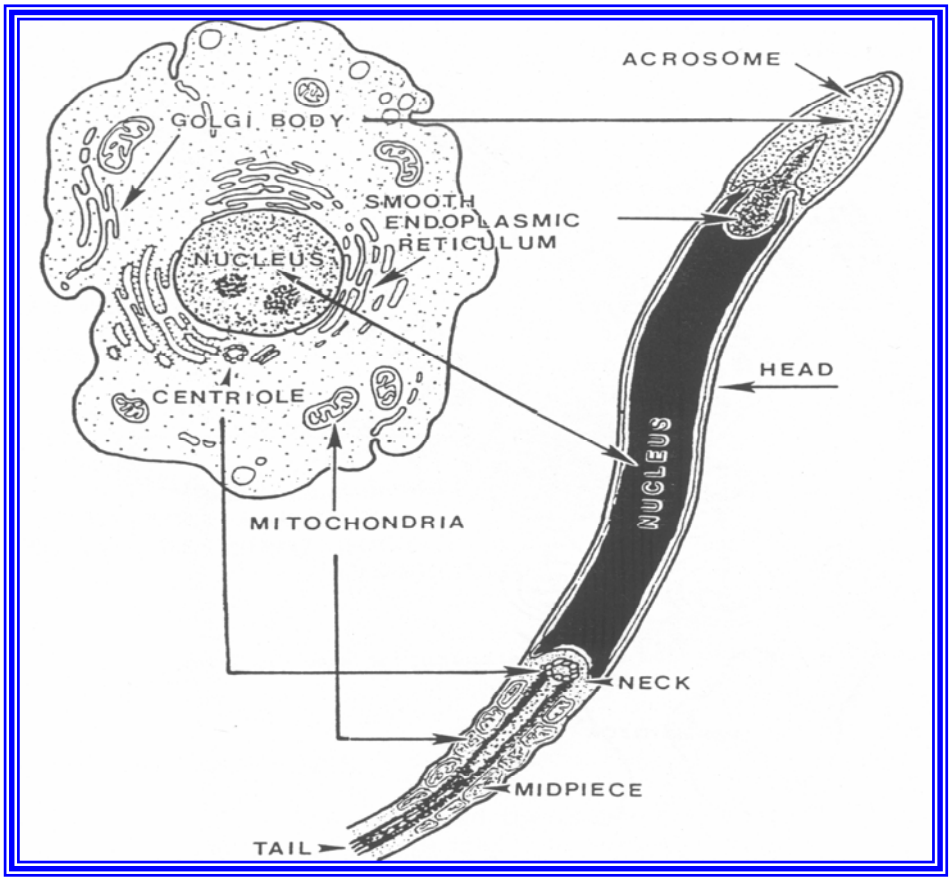
النطفة تشتق في النهاية من خلية طليعة النطف والتي، خلال التحول، تفقد بعض السايتوبلازم. وهكذا فأن النطفة يمكن إن يتوقع بأنها تحتوي على المكونات الكيميائية لنواة طليعة النطفة مع تلك بالمقدار المحدد لسايتوبلازمها.

رأس النطفة يتألف في المقام الأول من مادة نووية nuclear material؛ تقنية كيمياء الأنسجة لـ Feulgen (Feulgen Histochemical technique) أظهرت بأن حامض الـ DNA يوزع بأشرطة مستعرضة ضيقة على طول الرأس. وأفترض بأن الأشرطة تمثل الكروماتيدات Chromatids، ولكن عمل إضافي يكون ضروري لإثبات هذا. يوجد الأرجنين arginine في الجزء شبيه البروتامين Protamine – like fraction للنطفة ويستقر في الرأس كما هي الحالة أيضاً في الثدييات. الدليل المجهري الإلكتروني أثبت بأن المقادير الضيئلة من السايتوبلازم الذي يحيط بالرأس، يوجد بين الأغشية النووية والسايتوبلازمية. وهكذا فأن المركبات الكيميائية المعقدة للسايتوبلازم والمحتوية على الدهن والكلايكوبروتينات glycoproteins تشكل غمد رقيق حول رأس النطفة المقذوفة حديثاً، ويمكن إن يثبت ذلك بواسطة كيمياء الخلية Cytochemically.

الجسم الطرفي acrosome وذنب النطفة تشتق من منطقة كولجي Golgi zone لطليعة النطفة (شكل 21)، كما يمكن إن يثبت ذلك بواسطة خواص كيمياء الخلية المماثلة identical cytochemical properties لهذه المناطق، حيث إن وجود كلايكوبروتين متركب مع الدهن يمكن إن يثبت ولوحظ وجود دهن فقط في القطعة الوسطية للنطفة. من ناحية ثانية، يجب التذكر بأن الفروقات في شدة تفاعلات كيمياء الخلية ليس بالضرورة توازي كمية المادة الأساس substrate الموجودة. الدهن في القطعة الوسطية من المحتمل جداً إن يكون متضمناً في المايتوكندريا والمادة السايتوبلازمية cytoplasmic material. وجـ ـود مقدار ضئيل من الكلايكوبروتين متركب مع دهن غير مميـ ـ ـ ـز unidentified في الجسم الطرفي، مشتق من



شكل 20. التركيب الدقيق لمناطق النطفة المختلفة .



شكل 21. اشتقاق النطفة الكاملة من خلية طليعة النطفة في الطيور .

سايتوبلازم طليعة النطفة spermatid، ربما تكون له علاقة بإختراق النطفة للبيضة خلال الإخصاب. لوحظ بأن معقد الكلايكوبروتين الدهني lipo – glycoprotein complex من الجسم الطرفي لنطف الكبش والأرنب والثور يمكن إن تشتت disperse الأكليل المشعع corona radiata لبويضات ova الأرنب. إنزيمات الجسم الحال lysosomal enzymes قد وجدت فيما بعد كونها عوامل فعالة active agents.

وأثبت كذلك النشاط الإنزيمي لشبيه التربسين trypsin – like enzymatic activity للجسيمات الطرفية لنطفة الأرنب، لكن مثل هذه الدراسات المفصلة لم تجرى على الطيور. وذكر بأن نطف الطيور تمتلك إنزيم قادر على البدء بتمزيق الغشاء المحي Vitelline membrane لبيضة الدجاجة، فقد يكون إنزيم hyaluronidase هو العامل الفعال. وأكد عدد من الباحثين بأن الإنزيمات غير المميزة الآخرى أو المواد substances الآخرى يمكن إن تكون متضمنة في هذه العملية ولكن لم يلاحظ نشاط لإنزيم hyaluronidase في نطف الطيور. من ناحية ثانية، وجد نشاط مرتفع لنظير التربسين trypsin - like في السائل المنوي الكامل لكنه ليس من الواضح فيما إذا كان النشاط يكمن في النطف أو البلازما المنوية؛ وأثبت لاحقاً أشكال متعددة لنشاط نظير التربسين في نطف الطيور.

النطفة المتكونة تماماً fully – formed أقل تميهاً hydrated مقارنةً بكرية الدم الحمراء للذكر (70% ماء؛ الحجم $129\mu m^3$؛ SG 1.09)، وقد يعود السبب إلى إنها تحتوي على سايتوبلازم أقل. أيون البوتاسيوم ضمن الخلوي intracellular K^+ مرتفع في النطفة، كما هو في الخلايا عموماً. مستوى المغنيسيوم المرتفع من المحتمل إن يكون مترافقاً مع المايتوكندريا المتجمعة في القطعة الوسطية. الدهن المفسفر P (phospholipids - P) يفسر النسبة الأكبر لـ P الكلي (Total - P) الأقرب إلى DNA – protein – P. درس عدد من الباحثين أجزاء الدهون المفسفرة المختلفة Various phospholipids fractions في النطف؛ من المحتمل بأن معظمها تأتي من القطعة الوسطية وذنب الخلايا؛ أهميتها في نقل الغشاء membrane transport وكمصادر للطاقة للنطف لم يتم بحثها تماماً.

هنالك حاجة لربط المعرفة المتاحة عن التركيب الكيمياوي وأيض السائل المنوي خارج الجسم الحي *in vitro* بوظيفة النطف داخل الجسم الحي. معلومات قليلة متوفرة حول وجود ووظيفة الإنزيمات في نطف الطيور. إختزال المثيل الأزرق methylene blue أو الـ resazurin من قبل النطف يوحي بإنها تمتلك بعض النشاط لنزع الهيدروجين dehydrogenase activity؛ عن طريق الكيمياء الخلوية cytochemically؛ فأن وجود Succinic و Lactic dehdrogenases قد تم إثباته.

قدم بعض الباحثين تقرير تمهيدي لأنشطة الإنزيمات التالية: معبر عنها بالمايكرومول µ moles من الـ NADH أو NADPH المنتج أو المستهلك لكل دقيقة لكل 10^6 من النطف بدرجة (4 °م) في المادة الطافية supernatant لغير المتجانس an homogenate للنطف: lactic dehydrogenase، 1.96؛ α - hydroxybutyric dehydrogenase، 1.81؛ glutamic – oxaloacetic transaminase، 1.51؛ creatine kinase، 1.3؛ aldolase، 1.18؛ sorbitol dehydrogenase، 2.73×10^{-3}؛ glutamic – pyruvic transaminase، 1.13×10^{-3}؛ glutamic dehydrogenase [(a) water soluble، 1.1×10^{-3}؛ (b) digitonin soluble، 3.67×10^{-5}]، glucose – 6 – phosphate – dehydrogenase، 8.03×10^{-5}. أثبت كذلك نشاط للـ phosphohexose isomerase (8.483 µ moles من الفركتوز المنتج كل دقيقة)، acetyal cholin esterase (8.26×10^{-3} "Rappaport units")، leucine – amino peptidase (β – naphthylamine µg 0.125) المتحرر كل ساعة بدرجة 37 °م. ولم يتم أكتشاف نشاط للـ amylase. وذكر بأن نطف الديك تظهر نشاطاً مرتفعاً للـ glycerokinase بالمقارنة مع تلك التي للثور والكبش والخنزير والأرنب والرجل والسلمون المرقط trout. أهمية هذه النتيجة المنعزلة لا يزال بحثها مستمر.

بتعابير نوعية عامة، فأن أيض الطاقة لنطف الطيور يبدو بأنها مشابهة لتلك التي للحيوانات الآخـرى التي تظهـر إخصـاب داخلي. هنالك مسلـك تحلل سكـري لا هوائي فعـال functional anaerobic glycolytic pathway ودورة حامـض الستريـك الهوائيـة aerobic citric acid cycle. وتم أثبات الإنزيمات التالية لدورة حامض الستريك (دورة كرب) لمستخلص المادة الطافية المائية لنطف الطيور المغسولة والتي تم تمزيقها بموجات الصوت فوق السمعية ultrasonic sound waves: fumarase، aconitase، isocitric dehydrogenase، α - ketoglutarate dehydrogenase، succinic dehydrogenase و L – malic dehydrogenase.

لوحظ أن نشاط الـ Fumarase يرتبط معنوياً مع الخصوبة. أنواع Breeds متجانسة إزدواج الطيور Fowl homozygous للعرف الوردي rose – comb أعطت سائل منوي ذات نوعية رديئة مترافقاً مع نشاط Fumarase منخفض للنطفة.

هناك مشاهدات مفردة مفيدة قليلة أجريت على أيض نطف الطيور بالرغم من إن أهميتها داخل الجسم الحي *in vivo* غير واضحة:-

1. يتجمع الفركتوز عندما يتم حضن النطف هوائياً مع الكلوكوز. بعض الباحثين أشاروا إلى إمكانية إنتاج الكلوكوز من الفركتوز عن طريق مسلك sorbitol dehydrogenase ولكن أستنتج باحثون آخرون بأن هذا المسلك غير فعال نسبياً في نطف الطيور.

2. عندما الكليسرول أو التراكيز العالية من الهكسوزات Hexoses تعمل خارج الجسم الحي *in vitro* كمادة أساس substrate لنطف الطيور فأن dihydroxyacetone يتجمع في الوسط medium. هذا المركب و D- أو D, L – glyceraldehyde (أقل كثيراً من الكليسرول) لها تأثيرات معاكسة على أيض النطف مثبطةً كلاً من التحال السكري glycolysis والتنفس respiration.
3. السائل المنوي للديك، يماثل السائل المنوي للكبش والثور والكلب، إذ يمكن إن يؤكسد التستستيرون إلى androstendione خارج الجسم الحي من خلال وجود إنزيم 17β – dehydrogenase؛ توزيع هذا الإنزيم بين النطف والبلازما المنوية لم يتم تحديده.

ج. التركيب الكيمياوي للبلازما المنوية
Chemical composition of seminal plasma

الخصوبة الأعتيادية normal fertility يمكن إن يحصل عليها من ذلك السائل المنوي الذي يتم جمعه إصطناعياً ويتم الحصول عليه من القناة الناقلة ductus deferens عن طريق الحليمات papillae (القنوات القاذفة ejaculatory ducts) في المجمع cloaca. البلازما المنوية لهذه القذفة عبارة عن وسط متساوي التوتر isotonic والذي يمكن إن تبقى النطف فيه حية لعدة أيام داخل الجسم الحي *in vivo*.

أنه بعيد الإحتمال بأن أي مكون component للسائل يتركز أساساً كمادة أساس أيضية metabolic substrate للنطف. السائل هو ليس فقط الناتج الإفرازي secretory product للخلايا السليمة للجهاز القنوي duct system للجهاز التناسلي، ولكنه من المحتمل كذلك يحتوي المتأيضات المتوسطة intermediary metabolites والمنتجات النهائية end – products لأيض النطف والخلايا النطفية spermatocytes وأحياناً الحطام debris من النطف المتحللة.

تركيب البلازما المنوية للطيور، غير المتلوث بالسائل الشفاف transparent fluid، يختلف عن ذلك الذي للثدييات. هذه الفروقات تعزى بالدرجة الأولى إلى فقدان الحويصلات المنوية وغدة البروستات ووجود قناة البربخ شديدة الصغر والتي تعرف بأنها تنتج وتفرز مركبات نوعية specific compounds في السائل المنوي للثدييات. نتيجة لذلك، فأن البلازما المنوية للطيور تقريباً، تفتقد تماماً للفركتوز، والـ citrate، ergothioneine، inositol، phosphoryl choline (PC)، glycerylphosphoryl choline (GPC). بالمقارنة مع الثدييات، فأن مقدار الفسفور في البلازما المنوية seminal plasma – P قليل، والذي ربما كان بسبب المحتوى القليل نسبياً من الـ PC و GPC بالمقارنة مع تلك المتكونة إعتيادياً في قناة البربخ الواسعة للثدييات.

الميزة الأكثر أهمية لسائل القناة الناقلة للديك هو المحتوى الواطئ من الكلور chloride؛ دور الأيون السالب الرئيسي يلعب بواسطة الكلوتاميت glutamate وليس بواسطة الكلور كما هو الحال في بلازما الدم. مصدر المقدار الكبير من الكلوتاميت لم يثبت على نحو محدد حتى الآن. من ناحية ثانية، وجد مقدار ضئيل في سائل القناة الناقلة ductus deferens fluid بعد ربط الإربطة بين كل خصية والقنوات يوحي بأن النسبة الكبيرة من الكلوتاميت glutamate تأتي من النبيبات المنوية. وإنه ربما يتكون كنتيجة لعمليات البناء والهدم والتي تحدث خلال إنقسام الخلايا السريع (عملية توليد النطف spermatogenesis) في النبيبات: الكثير ربما يبرز "excreted" من خلال القنوات الناقلة. وأثبت نشاط للإنزيمات التالية في البلازما المنوية للطيور والذي من المحتمل يحتوي على نسبة مجهولة من السائل الشفاف: acid phosphatase، alkaline phosphatase، GPT، GOT، LDH و leucine – amino peptidase، في حين لم يتم إكتشاف وجود لإنزيم الـ lipase. أهمية هذه الإنزيمات في البلازما المنوية ليس واضح ولكن هنالك بعض الإشارات بأن الـ GPT و GOT تكون مترافقة مع إنتاج مقدار كبير من الكلوتاميت glutamate.

نشاط الـ acid phosphomonesterase (acid phosphatase) في البلازما المنوية مرتفع. في دراسة مقارنة متضمنةً عدة ذكيات بضمنها الرجل، فأن الديك قد وجد بأنه يمتلك ثاني نشاط مرتفع. الـ acid phosphatase (s) له خواص تختلف عن ذلك الذي يفرز من بروستات الثدييات، وقد لوحظ بأنه يشتق بالدرجة الأولى من إفرازات القناة الناقلة.

أعتبر السائل الشفاف كسائل منوي ملحق accessory seminal fluid، تم تحليله لمدى محدود وإن تركيبه الكيميائي أظهر بأنه يشبه إلى حد بعيد المديلز dialysate من بلازما الدم والذي لربما يكون مدهش إذا أخذنا بعين الأعتبار مصدره.

العوامل المؤثرة على تكوين ونوعية السائل المنوي

Factors affecting the formation and quality of semen

تداخلات عديدة للإدارة والتربية العامة لذكور الطيور تؤثر في أدائها التناسلي، ولكن يتم التركيز عادةً على المظاهر للبيئة الفيزيائية physical environment، التغذية والإدارة والتي لوحظت بأنها تؤثر بشكل مباشر في وظيفة الأعضاء التناسلية للذكر.

أ. درجة الحرارة Temperature

نقاط عدة تحمل في الذاكرة عندما يأخذ بنظر الأعتبار التأثيرات المذكورة لدرجة الحرارة بذاتها على فعالية الأعضاء التناسلية. درجة حرارة المحيط ربما تؤثر في القدرة التناسلية

reproductive ability عن طريق تغيير إستهلاك العلف. ربما يكون هناك فروقات في النوع breed في التكيف لدرجة الحرارة وهكذا تتغير الإستجابة للتغييرات في درجة الحرارة.

في أحدى الدراسات تم تربية ذكور من سلالات وراثية مختلفة في عدة بيئات مسيطر عليها، واحدة في درجة حرارة ثابتة (20°م) وواحدة في درجة حرارة تتقلب يومياً وتتغير ما بين (21 – 38°م) لمدة 9 ساعات في اليوم. عملية توليد النطف spermatogenesis تأثرت عكسياً مع تقدم العمر ولكن لم يكن هناك تأثيرات ضارة يمكن إن تعزى لدرجة الحرارة المرتفعة بذاتها فيما عدا في واحدة من السلالات strain والتي ظهرت في البيئة الباردة.

درجة حرارة المحيط المنخفضة (8°م) قد وجدت بأنها تثبط كل من نمو الخصية وعملية توليد النطف في ذكور البلايموث روك الأبيض النامية، بالمقارنة مع درجات الحرارة (19 و 30 °م). من ناحية ثانية، في الذكور الناضجة فأن إنتاج النطف كان أقل عندما تم تربيتها بدرجة حرارة 30°م بالمقارنة مع درجتي الحرارة (8 و 19°م).

وفي دراسة أخرى لوحظ بأن أفضل إنتاج للنطف يتم الحصول عليه في ديكـة اللكهـورن الأبيض البالغة في توليفة من 8 ساعات إضاءة يومياً ودرجة حرارة محـيط بـين (20 و 25°م). إفراز هرمون الـ FSH من الغدة النخامية للدجاج من المحتمل إن يتأثر بدرجة الحرارة؛ وهكـذا فقد لوحظ في أحدى الدراسات بأن مستوى الـ FSH في دم دجاج اللكهورن الأبيض كان أعلـى عندما تم تربيتها بدرجة حرارة (19°م) بالمقارنة في كل من درجتـي حـرارة (8 و 30°م). ولا يعرف فيما إذا كانت نتيجة مشابهة سوف تحدث في الذكور. ووجد بأن درجة حرارة المحيط التي يربى فيها الديك الرومي تؤثر في إستهلاك الأوكسجين من قبل النطـف خـارج الجسـم الحـي *in vitro*؛ وعموماً كان التنفس الهوائي أقل في الديكة المرباة في البيئة الباردة.

ب. الإيقاع الدوري Diurnal Rhythm

وجد في أحدى الدراسات التي أجريت في Edinburgh في إسكتلندا، في نهاية مايس وبداية حزيران، دليل على التباين الدوري (اليومي) diurnal variation في إنتاج السائل المنوي الذي تم جمعه صنعياً. العدد الأكبر من النطف تم الحصول عليه في الجمعات التي أجريت في بين الساعة الخامسة والسادسة مساء (17.00 و 18.00) بالمقارنة عما هو عليه في الصباح أو الظهيرة. ولا يعرف فيما إذا كانت هذه الظاهرة تترافق مع التغيرات الإيقاعية في معدل الأيض، كما ذكر سابقاً، بأن عملية توليد النطف تختلف مع التغييرات اليومية المحتملة في درجة حرارة الجسم. فترة نشاط التزاوج المرتفعة تتزامن مع تلك الفترة من إنتاج السائل المنوي المرتفع.

ج. الضوء Light

الضوء عامل مهم جداً في تحفيز نشاط المناسل في الطيور؛ مسلك شبكية العين – تحت المهاد – النخامية retino – hypothalamo – hypophseal pathway يكون متضمناً في هذا التحفيز. نمو الجسم والمناسل تتأثر بتغاير الضوء ذات الأطوال الموجية المختلفة ولكن التناقض في إستعراض المراجع يوحي بأن الميكانيكية الدقيقة المسببة ليست بسيطة. نمو الجسم يتحفز في المقام الأول بواسطة الضوء الأزرق؛ أوزان الغدة النخامية والخصى تتجه لتكون أكبر في أفراخ الدجاج الذكور المربأة لـ 21 يوم تقريباً تحت الضوء الأزرق – البنفسجي أو الضوء الأحمر، هذه الملاحظة دعمت النتائج التي تم الحصول عليها في البط. من ناحية ثانية، بعض الباحثين أثبتوا عدم وجود تأثير مفيد للضوء الأحمر أكثر من ذلك الذي لبقية إلوان الطيف، على نمو الخصية، عندما قاموا بتخفيض طول الفترة الضوئية اليومية لجميع الألوان خلال فترة التربية. في حين لاحظ باحثون آخرون أن الانخفاض في طول الفترة الضوئية للون الطيفي المنشط للمناسـل gonad – activating spectral colour يثبط تطور المناسل. الإنخفاض في طول الفترة الضوئية للضوء الأزرق والأخضر فشل في تثبيط إنتاج محفز التناسل gonadotrophin وإنطلاقه من الغدة النخامية. تأثيرات مختلفة على النمو والأداء التناسلي للدواجن يمكن إن تحدث عن طريق التغيير في الفترة الضوئية اليومية ونوعية الضوء وشدة الإضاءة، وإنه من الواضح، كما هو الحال في درجة الحرارة، فأن معاملات الإضاءة يمكن إن تؤثر في نشاط وإستهلاك العلف في الطيور وبذلك تؤثر في النمو والتناسل.

ذكور الـ White Delaware (نوع ثقيل) تم تعريضها منذ الفقس لـ 1 و 3 و 9 أو 13 ساعة كل يوم (مصباح ساطع 60w و 10 × 15 قدم للحضيرة) قد أختلفت في أوقات بداية إنتاج السائل المنوي؛ تلك المعرضة لساعة أو ثلاث ساعات ضوء / يوم كانت متأخرة، في حين نظام 9 أو 13 ساعة دعمت أقصى إنتاج للنطف.

ووجد في دراسات أخرى بأن فترة إضاءة يومية من 14 ساعة تسبب بداية مبكرة في إنتاج النطف في ديكة اللكهورن الأبيض بالمقارنة مع تلك في 8 ساعات إضاءة يومياً. التأثير المحفز يختفي مع تقدم العمر، وبالرغم من إن 8 ساعات إضاءة تؤخر نمو الخصى، فأنها لا تمنع الخصى من إن تبلغ الحجم الأعتيادي.

وعمل باحثون آخرون على ديكة الروك الأبيض (نوع ثقيل) وكانت نتائجهم تتفق من حيث الأساس مع نتائج تطور الخصية للدراسة السابقة؛ بالرغم من أن فترة إضاءة يومية من 14 ساعة تعجل بصورة غير معنوية من بداية إنتاج السائل المنوي بالمقارنة مع فترة 6 ساعات، فهنالك دليل بأن إنتاج النطف يتحفز بدرجة أكبر تحت 14 ساعة. زيادة يومية في الإضاءة بمقدار 3% معطاة للذكور، بعد إن يتم تربيتها لعمر 20 أسبوع بفترة إضاءة من 6 ساعات يومياً، أدت إلى زيادة في

إنتاج السائل المنوي إلى مستوى أعلى مقارنةً بالذكور التي تم تربيتها وتثبيتها على فترة إضاءة ثابتة من 14 ساعة.

د. التركيب الوراثي Genetics

من الملاحظة العامة يتضح بأنه هنالك تباين كبير بين الأنواع المختلفة والسلالات وبين الأفراد ضمن النوع أو السلالة في العمر عند بداية إنتاج السائل المنوي وفي مستوى الإنتاج في الديكة الناضجة. التعبير عن هذه السمات يمكن إن يتغير عن طريق التغير في العوامل البيئية، كل على حده أو بتوليفة مع بعضها، على سبيل المثال، الفترة الضوئية ودرجة الحرارة والتغذية. مدى الإستجابة والتكيف يعتمد على التركيب الوراثي genotype. إنتاج النطف في الديكة يعتقد بأنه يورث. ولاحظ بعض الباحثين قيم مكافئ وراثية heritability مرتفعة في ديكة الروك الأبيض في بعض صفات السائل المنوي، مثل الحركة وتركيز النطف وحجم السائل المنوي. معدل الزيادة في وزن الجسم قد أرتبطت سلبياً مع حركة النطف وكان هناك إرتباط موجب طفيف بين الحركة ومعدل الخصوبة في التزاوج الطبيعي. وجد باحثين آخرين تباينات عائلة family variations معنوية في ديكة البلايموث روك الأبيض في بعض صفات السائل المنوي، مثل، حجم السائل المنوي، النسبة المئوية للنطف المتحركة، نشاط النطفة، التركيز والعدد لكل قذفة. من ناحية ثانية، لم يلاحظ أي أرتباط ثابت بين هذه الصفات والخصوبة المنتجة من السائل المنوي في التلقيح الإصطناعي. ويؤكد التباين الهائل في نوعية وكمية السائل المنوي بين التجارب في أوقات مختلفة؛ النقطة المهمة للتعرف على عمل من هذا النوع.

بعض صفات السائل المنوي للجيل الخامس عشر لخطوط نوع من الطيور breed of fowl منتخبة لمعدلات نمو مختلفة قد تمت دراستها من قبل مجموعة من الباحثين لإختبار تأثيرات القدرة التناسلية للأنتخاب الشديد بالنسبة لصفة النمو. فروقات عالية المعنوية في صفات السائل المنوي قد وجدت بين الخطوط ذات النمو السريع والبطيء من الطيور.ولم توجد فروقات في الخصوبة بين الخطوط عندما استخدمت الذكور للتزاوج الطبيعي. من ناحية ثانية، التلقيح الإصطناعي المسيطر عليه فيما يتعلق بعدد النطف التي يتم التلقيح بها يكون متطلب تنفيذه لبحث هذا الفرق بدرجة أكثر شمولية.

قد عرف لعدة سنين بأن تجانس الأقتران homozygosity للعرف الوردي، كما يلاحظ في النوع White Wyandotte، يكون مترافقاً مع الخصوبة المنخفضة. التأثير يكون تماماً بسبب الذكور وإستنتج بأن النشاط المنخفض لـ Fumarase في النطف ربما يفسر جزئياً النوعية الرديئة للسائل المنوي.

العمل المستقبلي ربما يكشف الصفات التناسلية الآخرى لهذه الطبيعة والتي تكون قابلة للتوريث والأرتباط مع الأتجاهات في خصوبة العشائر. في هذه النقطة من المفيد الإشارة بأن مجموعة من الباحثيين، قاموا بدراسة خزن السائل المنوي بأكثر من درجة (0°م)، أو بإستخدام سائل منوي مجمد، ووجدوا فروقات في حيوية السائل المنوي المخزون بين الذكور من أنواع مختلفة والذكور ضمن النوع الواحد على التوالي، مشيرةً إلى إن الفرق الفسلجي الأساس basic physiological difference في تكوين النطفة Spermatozoan constitution يمكن إن يحدث بين الأفراد.

ه. التغذية Nutrition

التغذية الكافية أساسية للمحافظة على الذكور بحالة تناسلية جيدة. التصويم لمدة 6 أيام أدى إلى إنخفاض واضح في إنتاج السائل المنوي؛ هذا يمكن إن يعكس بشكل كامل تقريباً بحوالي 14 يوم بعد إستئناف التغذية.

كثيراً ما تجبر الديكة على إستهلاك العليقة المخصصة للدجاج البياض وإن الدراسات حول الإحتياجات الغذائية الخاصة لإنتاج السائل المنوي قليلة. مستوى الكالسيوم في عليقة الدجاج البياض مرتفع نسبياً، وقد درس مجموعة من الباحثين تأثير مستويات الكالسوم المختلفة (0.2 إلى 3%) على ديكة اللكهورن الأبيض؛ ولاحظوا بأن صفات السائل المنوي والخصوبة أختلفت بصورة معنوية بإختلاف مستوى الكالسيوم.

بروتين العليقة خلال نمو الذكور يؤثر في بداية النضج الجنسي؛ 9% بروتين خام أو أقل يؤخر النضج الجنسي. من ناحية ثانية، عند 16% بروتين في العليقة خلال النمو، أدت إلى إنخفاض إنتاج السائل المنوي في سن البلوغ adulthood. ديكة اللكهورن الأبيض البالغة المغذاة 9% بروتين في العليقة قد أنتجت كميات أعتيادية من السائل المنوي؛ هذه العليقة كانت تحتوي على 1% كالسيوم وقيمة طاقة ممثلة 2853 كليو سعرة / كغم.

النوع Breed والعمر ونوعية البروتين تبدو مهمة في تعيين إحتياجات البروتين بالنسبة للديكة. وجد بعض الباحثين بأن الديكة البالغة المغذاة على 20% بروتين (متضمناً بعض المصادر الحيوانية) أعطت سائل منوي متفوق على ذلك المنتج من قبل الديكة المغذاة 10% بروتين خام بدون بروتين حيواني وإن التأثير أختلف بإختلاف الموسم. ولاحظ باحثون أخرون تحسن في إنتاج السائل المنوي لطيور الفيومي Fayoumi عند التغذية على كميات واطئة من البروتين الحيواني المضاف إليه المثيونين. ودرس باحثون آخرون تغذية ذكور الـ Russian White البالغة فيما يتعلق بإنتاجها من السائل المنوي وخصوبتها. عدد قليل من الديكة قد إستخدمت ولكن، مع هذا التحفظ، فأنه من المفيد بأنهم حصلوا على إنتاج سائل منوي مثالي على العليقة التالية: 16%

بروتين خام؛ نسبة الكالسيوم : الفسفور 1.8: 1 (1480 ملغم كالسيوم و850 ملغم فسفور/100غم عليقة)؛ قيمة الطاقة الممثلة 2800 كيلو سعرة / كغم عليقة؛ وتم إضافة لكل 100 غم من العليقة الأساس 0.2% مثيونين و 0.5 غم تتراسايكلين و 100 ملغم $FeSO_4$ و 100 ملغم $MnSO_4$ و10 ملغم $ZnSO_4$ و 10 ملغم $CuSO_4$ و 8 ملغم $COCO_3$ و 3 ملغم KI و 4170 وحدة دولية فيتامين A و 5500 وحدة دولية فيتامين D_2 و 2 ملغم فيتامين E و 320 ملغم فيتامين B_2 و 1.4 ملغم فيتامين B_3 و 1.2 ملغم فيتامين pp (nicotinamide) و 0.6 µg فيتامين B_{12}، مادة تدعى بفيتامين B_4 تمت إضافتها أيضاً بمقدار 0.14 غم.

أعتبر بعض الباحثين بأن الديكة تحتاج إلى فيتامينات A و D و E أكثر بكثير بالمقارنة مع الدجاج. من ناحية ثانية، نتائج محيرة لتأثيرات قيتامينات A و C في العليقة تم ملاحظتها من قبل أحد الباحثين؛ فقد لوحظ بأن النقص الطفيف لفيتامين A كان مفيداً لوظيفة (عمل) الخصية وإن تأثيرات فيتامين C ربما تكون مختلطة مع تأثيرات درجة حرارة المحيط على الطير والأيض العام للجسم. النقص المعتدل لفيتامين A أدى إلى زيادة في نشاط Δ5 - 3β – hydroxysteroid – dehydrogenase في قشرة الكظرية وإنخفاض النشاط في خلايا ليدج في الخصية. وأقترح بأن الزيادة في نشاط هذا الإنزيم في الغدة الكظرية من المحتمل إن يفسر الزيادة الملحوظة في حجم الخصية وفي عملية توليد النطف.

تأثير معاكس على إنتاج السائل المنوي للديكة المرباة في أقفاص قد لوحظ من قبل باحثين آخرين عندما تزداد قيمة طاقة العليقة إلى 3060 كليو سعرة / كغم بإضافة 5% من الدهن الحيواني غير الصالح للأكل inedible animal fat. عموماً، التباين بين الديكة قد لوحظ في ما يتعلق بإستجابتها للعليقة؛ أداء الديكة ذات الإنتاج الرديء من السائل المنوي لم يتحسن مع العليقة المذكورة أعلاه مشيراً إلى إنه كان رديء بسبب نقوصات غير غذائية non – dietary deficiencies.

إستعرض باحثون آخرون دور فيتامين E والأحماض الدهنية الأساسية essential fatty acids (EFA) على تناسل الطيور وأكد صعوبة تعيين الحد الأدنى من الإحتياجات من فيتامين E. بالنسة للطيور ربما إنه يعمل كمضاد أكسدة فقط في بعض الظروف. إحتياجات فيتامين E لغرض التناسل يمكن إن تعتمد على نوع الدهون الموجودة في العليقة. المستوى العالي من حامض linoleic acid يزيد الإحتياجات من فيتامين E. المستوى 7.3% له تأثير عكسي على الديكة ولكن أبطل هذا التاثير بإضافة فيتامين E. الديكة المرباة على علائق ناقصة بالأحماض الدهنية الأساسية EFA وجدت بأنها تمتلك خصى ناقصة. وناقش بعض الباحثين أهمية حامض اللينوليك linoleic في القابلية الإخصابية fertilizing potential للسائل المنوي. وقد وجدو في حالة النقص من هذا الحامض زيادة كبيرة في أحماض الـ docosadienoic في

السائل المنوي وإنخفاض كبير في أحماض الـ docosatetraenoic. وترافق هذا مع الإنخفاض في عدد البيض المخصب المنتج من الدجاج بعد التلقيح المفرد. مستوى حامض اللينوليك بمقدار 1% تقريباً في العليقة أنتج خصوبة أعتيادية.

الأحماض الدهنية الخاصة specific fatty acids في مستخلصات الخصى الكاملة whole testis فيما يتعلق بالعمر قد درست من قبل مجموعة من الباحثين؛ التغيرات في الأحماض الدهنية الفردية individual fatty acids كانت متصلة بشكل مؤقت بالمراحل الخاصة بعملية توليد النطف التي لوحظت في مقاطع النبيبات المنوية. عندما تم تغذية الديكة على مقادير كافية من حامض اللينوليك؛ فأن مستخلصات الخصية أظهرت زيادة في حامض الـ tetraenoic acid منسجمة مع العمر عندما زيادة في عدد طلائع النطف spermatids الناضجة قد لوحظت نسيجياً، وأقترح بأن سلسلة الكاربون 22 ربما تلعب دور المفتاح key role في عملية توليد النطف.

فروقات النوع تحدث في أنواع الأحماض الدهنية الخصوية، ولكن أهمية هذا فيما يتعلق بأي فرق في فسلجة التناسل هو مجهول. خصى الطيور، بخلاف خصى بعض الثدييات، لا تحتوي على أحماض pentaenoic (5 : 22) و hexaenoic (6 :22)، بينما مقدار كبير من حامض الـ tetraenoic (4 : 22) المشتق من حامض الـ linoleic، يكون موجوداً، من المحتمل بأن ذلك يعود إلى فقدان الإنزيم المسؤول عن إزالة تشبع desaturating الحامض (6 : 22) في خصى الطيور وبالتالي سوف يتراكم.

و. الهرمونات Hormones:

دور الغدة النخامية وهرموناتها المحفزة في تنظيم تطور ووظيفة المناسل، وأفعال الهرمونات الستيرويدية للخصية على فسلجة الذكر قد وصف بالتفصيل من قبل بعض الباحثين (شكل 10). أدوار بقية الهرمونات في التنظيم الطبيعي لوظيفة الأعضاء التناسلية في الذكور البالغة لم يتم بحثها بصورة واسعة. هرمونات جميع الغدد الصم سوف تؤثر في النشاط التناسلي عن طريق قوة فعالية التأثيرات غير المباشرة على الوظائف الجسدية العامة. تأثيرات اللانشاط inanition المذكورة سابقاً ربما تكون بسبب الإنخفاض في نشاط النخامية وإنتاج الـ FSH و / أو زيادة إنتاج هرمون الكظرية بسبب الإجهاد. بصورة مشابهة، ظروف السلوك والإدارة التي تؤثر في إنتاج السائل المنوي ربما تكون متضمنة في ذلك إلى حد بعيد خلال الأجهزة الصمية هذه.

الفصل الثاني

الجهاز التناسلي الذكري للطيور
(وصف تفصيلي متقدم)

الجهاز التناسلي الذكري للطيور

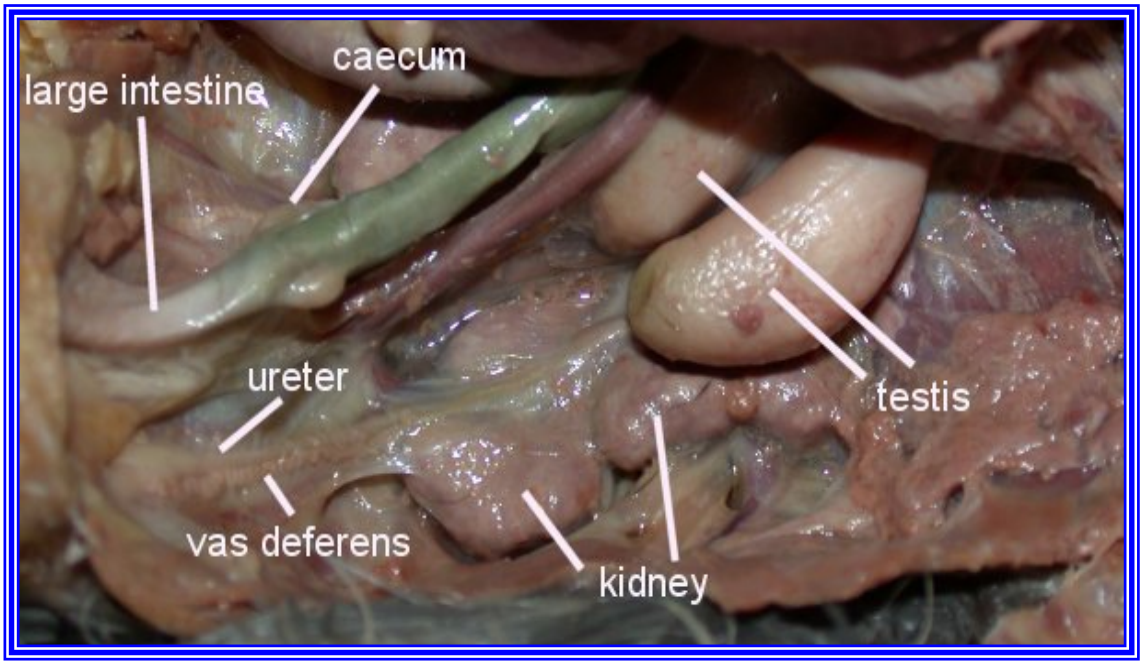
(وصف تفصيلي متقدم)

تتلخص وظيفة الذكر بإنتاج المني، وفي حالة التزاوج الطبيعي الاقتران وقـذف المنـي علـى المجمع المقلوب للدجاجة، والديك النشط جنسياً يقوم بإنتاج ما يقارب الثلاثة بلايين نطفة يومياً، وهـو بذلك ينتج حوالي 35000 نطفة/ثانية.

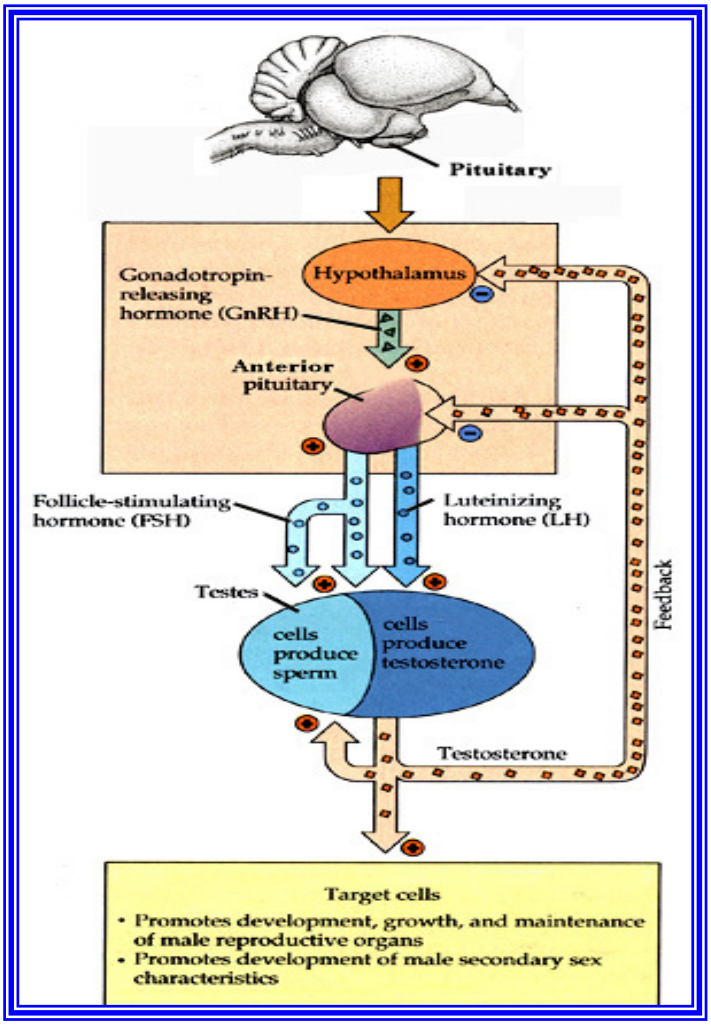
وهذا المستوى الاستثنائي لإنتاج النطف ينجز بواسطة الخصى، والتي تقوم بفعاليتين، الأولـى توجيه عملية تفريق الأسلاف التي تحتوي على عدد مضاعف من الكروموسومات إلى نطف أحاديـة الكروموسومات التي تكون قادرة على إنجاز الإخصاب، والثانية هي الفعالية الصمية والتـي تحـافظ على عملية تكوين النطف Spermatogenesis والصفات الجنسية الثانوية والسلوك الجنسي.

تقع الخصى في مركز التجويف الجسمي (شكل 1)، ولذلك فأن عملية تكوين النطف في الطيور تنجز بنفس درجة حرارة الجسم الداخلية 41 م، وهي على النقيض مما هو عليه في الثدييات حيث تكون درجة حرارة الصفن 24-26 م. وتكون الخصى مربوطة بأربطة مع السطح الظهري للتجويف البريتوني، وتكون مجاورة للغدد الكظرية والسطح البطني للكلى، والسطح الظهري للخصى يبعد مليمترات قليلة عن السطح البطني للعمود الفقري، وبالرغم من إن المبيض الأيسر يكون فعال فقط في الإناث فأن كلتا الخصيتين تكون فعالة في الذكور وعندما يتم الوصول إلى النضج الجنسي، فأن أوزان الخصى (زوج الخصى) يزداد من 2-4 غم إلى 25-35 غم، وعادةً تكون الخصية اليسرى أثقل بـ 0.5-3 غم من الخصية اليمنى.

تحاط كل خصية بطبقة من النسيج الرابط وتحتوي على النبيبات المنوية وخلايا ليدج Leydig cells والتي تنتشر في الفراغات بين النبيبات المنوية Seminiferous tubules، وتقوم الخلايا البينية (خلايا ليدج) بإنتاج عدة إندروجينات ولكن الهرمون الرئيسي في مجرى الدم هو التستستيرون Testosterone، وعندما يتم الوصول إلى النضج الجنسي فأن إنتاج التستستيرون يتحفز عن طريق ارتفاع تراكيز محفز القند، هرمون LH في الدم، وفي الديك الناضج جنسياً فأن هرمون الـ LH في الدم يتم المحافظة عليه عن طريق حلقة التغذية العكسية والتي فيها التركيز المرتفع من التستستيرون يثبط إفراز الهرمون المحفز لإفراز الهرمونات المحفزة للقند (GnRH) والتي في المحصلة تثبط إفراز هرمون الـ LH (شكل 2)، وعندما ينخفض تركيز هرمون الـ LH، فأن تراكيز الإندروجينات في الدم سوف تنخفض وعندها فأن إفراز هرمونات GnRH و LH سوف يتعزز. وفي غياب التغذية العكسية في الديكة المخصية، فأن تركيز هرمون LH في الدم يكون أكثر بحوالي 20-30 مرة ضعف مقارنةٍ بالديكة السليمة.



شكل 1. موقع الجهاز التناسلي الذكري داخل جسم ذكر الطيور .



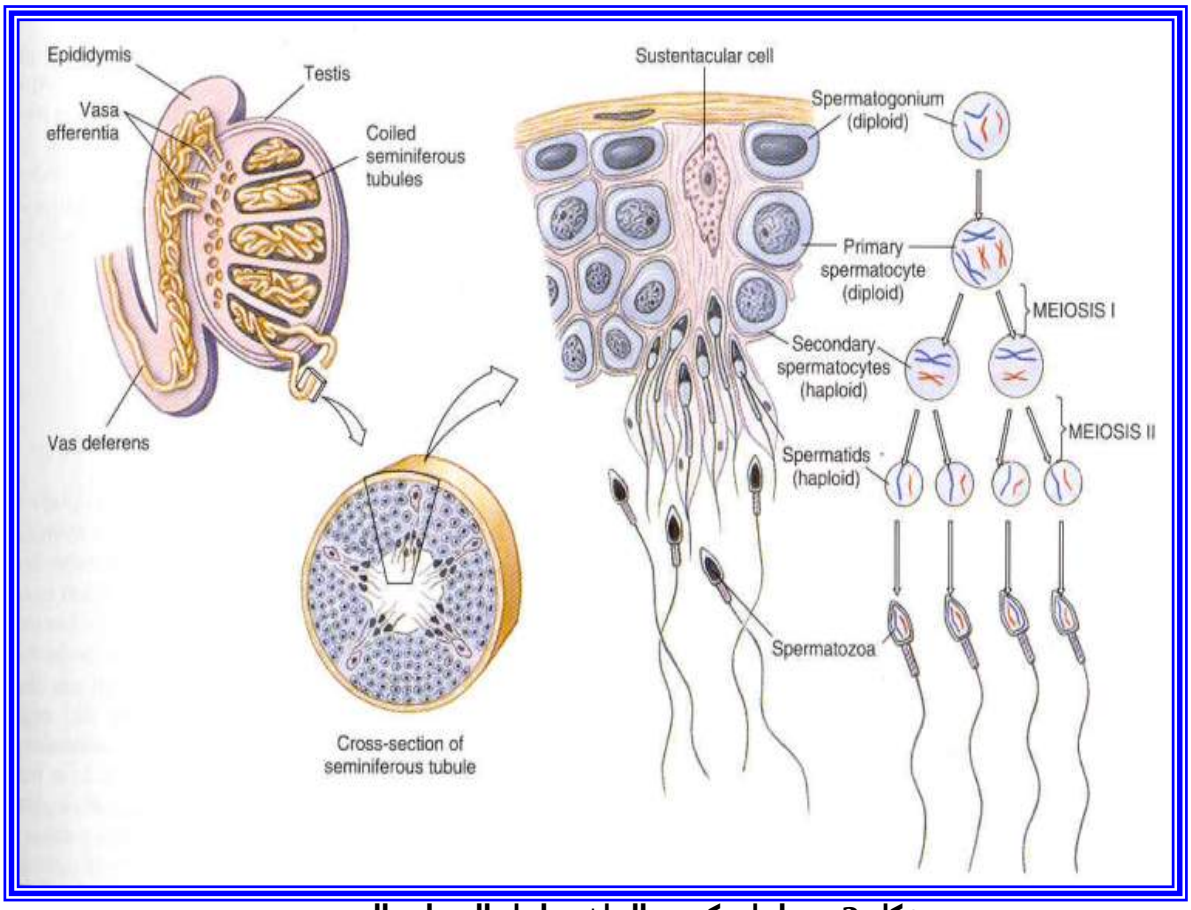
شكل 2. التغذية العكسية المسيطرة على افراز هرمون التستستيرون .

تنتظم النبيبات المنوية في الطيور كشبكة من القنوات المترابطة التي تصب في شبكة الخصية rete testis، ويبطن محيط النبيبات المنوية بسليفات الخلايا النطفية spermatogonia، والتي تعتبر طبيعياً المرحلة الأولى لعلمية تكوين النطف، وتحتوي سليفات النطف على عدد مضاعف من الكروموسومات diploid وهي لذلك تنقسم خيطياً لتحتفظ بالمجاميع الثابتة للخلايا الجذعية Stem cell لعملية تكوين النطف ولإنتاج الخلايا النطفية spermatocytes والتي تتمايز إلى النطف Spermatozoa (شكل 3). وعملية تمايز سليفات النطف إلى الخلايا النطفية والتي تحتوي على عدد مفرد من الكروموسومات يتطلب مساهمة خلايا سرتولي Sertoli cells، والتي تقع في محيط النبيبات، وتجهز خلايا سرتولي البيئة الدقيقة والتي يمكن إن تحدث فيها عملية التمايز أو التفريق وتعمل كخلايا حاضنة للنطف النامية (شكل 4)، وفي الثدييات فأن خلايا سرتولي تقوم بإفراز البروتين الرابط للإندروجين androgen binding protein لزيادة تركيز الهرمونات الستيرويدية الخصوية في النبيبات المنوية، وفي بعض الأنواع تقوم بإفراز الإستروجينات Oestrogens والـ Inhibin.

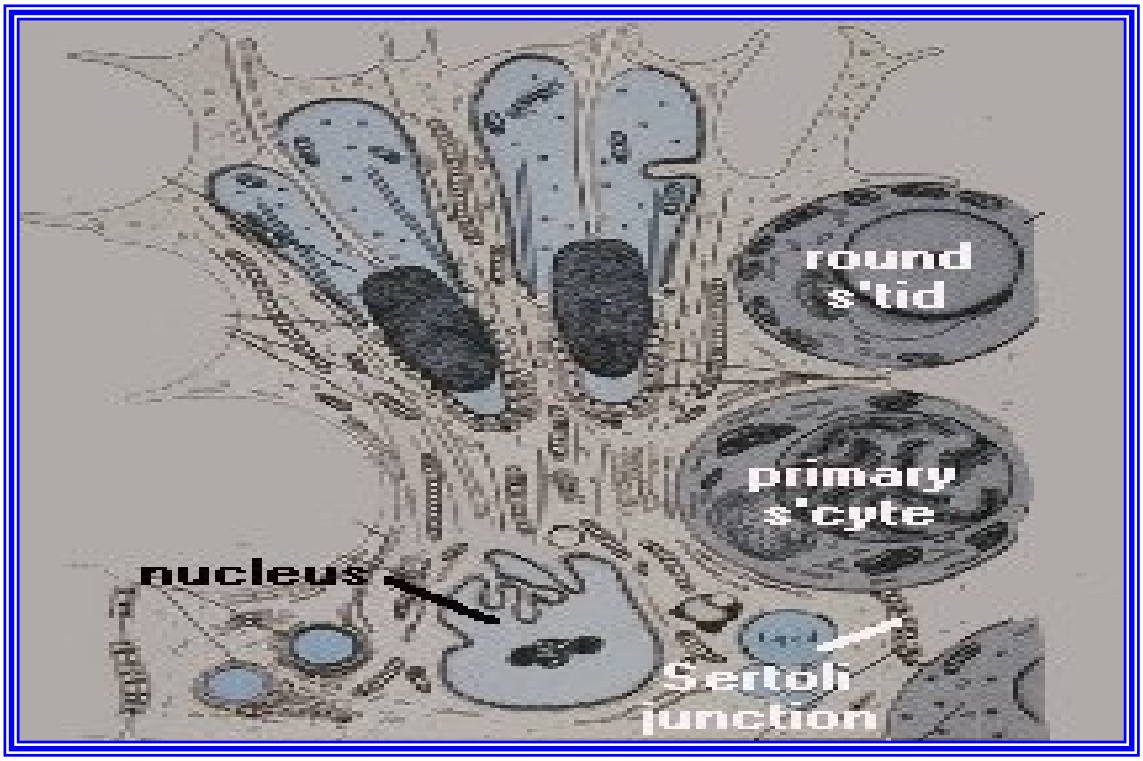
وعلى الرغم من أن وظائف مماثلة يمكن توقعها في الطيور إلا إنها لم تدرس بشكل مركز، وقد أفترض من ناحية ثانية بأن الإستروجين ربما يلعب دور في تمايز ونضج النطف، وأن كلاً من الإستروجينات والـ Inhibin ربما تقوم بتنظيم إفراز هرمون الـ FSH بحلقة تغذية عكسية مشابهة لتلك التي تنظم إفراز هرموني LH والتستسترون. وبالرغم من لا وجود ولا وظيفة قد تم إثباتها بشكل مطلق في الطيور، فلقد أفترض عادةً بأنها تقوم بتحفيز نمو النبيبات المنوية وتطور خلايا سرتولي.

المظهر الخارجي للنطف حديثة التكوين يتشكل خلال فترة الـ 13-14 يوم من التحول من سليفات النطف المستديرة إلى النطف المتطاولة. والتحول يبدأ في محيط النبيبات حيث إن سليفات النطف تتحرر من مجمع الخلايا الجذعية (خلايا الساق) stem cells ويتم أكمال عملية التحول بالتعاون مع خلايا سرتولي. وفي كل مرحلة من عملية تكوين النطف فأن الخلية تنتقل على مقربة من تجويف النبيب، حيث تتحرر من هذا المكان في النهاية كنطفة كاملة (شكل 5). وإن نضج النطف يتزامن ضمن المناطق لكل النبيبات المنوية وبالنتيجة فأن جميع الخلايا الجرثومية ضمن كل منطقة تكون بنفس المرحلة من التمايز بين سليفات النطف والنطف. ونظراً لأن كل منطقة من النبيبات المنوية تحتوي نطف بمراحل مختلفة من التمايز فأن إنتاج النطف من قبل الخصى يكون مستمر بالرغم من إن عملية تكوين النطف في أي مقطع من النبيبات المنوية يكون طوري phasic.

إن مقدرة الخصى على إنتاج النطف يظهر بأنها يتم تنظيمها عن طريق أحداث تترافق مع تكاثر خلايا سرتولي، والتي تحدث قبل بداية النضج الجنسي. خلال فترة 10 أسابيع بعد الفقس، فأن



شكل 3. مراحل تكوين النطف داخل النبيبات المنوية .



شكل 4. انطمار رؤوس النطف داخل خلايا سرتولي .

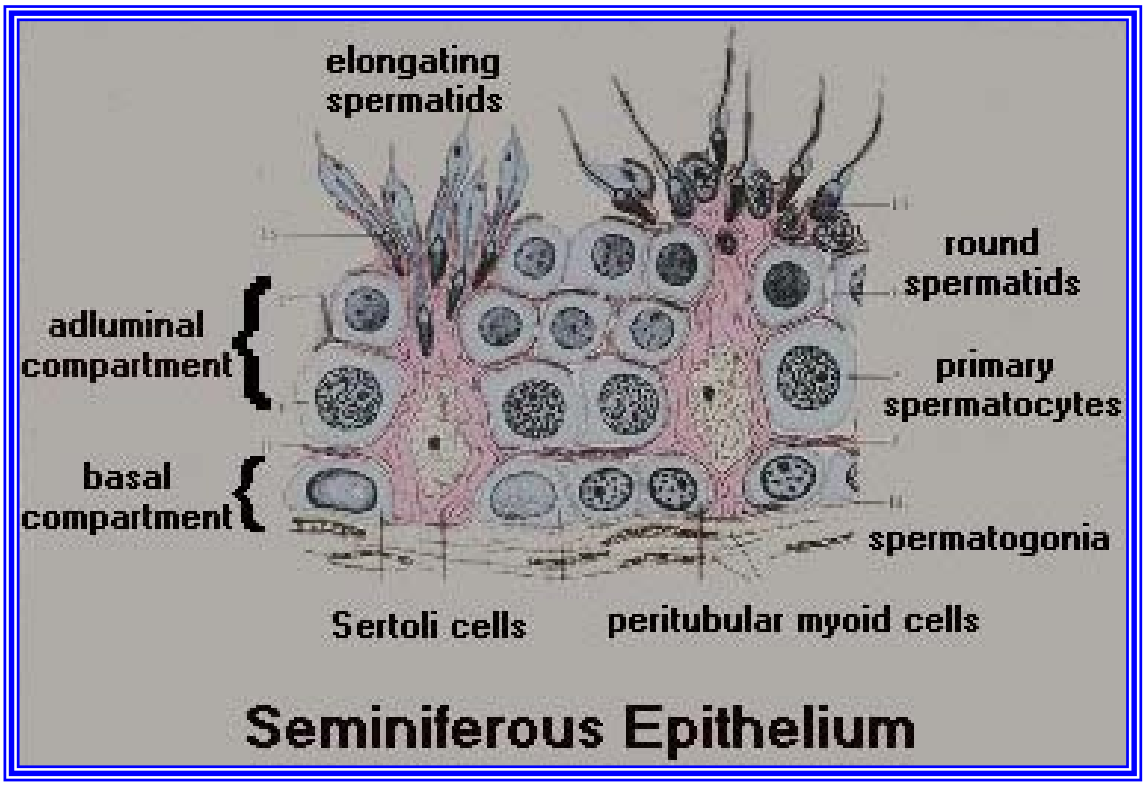
وزن خصية الديك يرتفع من عدة ملغرامات إلى 60 – 100 ملغم، عندما يزداد عدد خلايا سرتولي من مليون واحد تقريباً إلى 100 مليون تقريباً. وعندما يتم استئصال أحدى الخصى ضمن عدة أسابيع بعد الفقس فأن الخصية المتبقية سوف تعاني من نمو تعويضي لمدة 6-8 أسابيع حتى تحتوي على نفس الكتلة من النسيج الخصوي ونفس العدد من خلايا سرتولي الذي يكون موجوداً في زوج الخصى الموجودة في الديكة السليمة. وإذا ما تم أنجاز الأخصاء النصفي hemicastration بعد اكتمال الانقسام الخيطي فأن النمو التعويضي لوظيفة الخصية سوف لن يحدث، لذلك يتضح إن عدد خلايا سرتولي يترافق إلى حد بعيد مع قدرة الخصى لإنتاج النطف.

إن عدد خلايا سرتولي الموجودة في الخصية يكون متناسب مع حجم الخصية لذلك فأن إنتاج النطف اليومي يرتبط كذلك مع حجم الخصية، عموماً فأن الديكة كبيرة الحجم تمتلك خصى أكبر ولذلك فأن ذكور أمهات فروج اللحم عادة تنتج سائل منوي أكثر بالمقارنة مع ديكة اللكهورن. في البيئات المستقرة عندما يتم تجهيز كميات كافية من العلف وكميات ثابتة من الإضاءة وعندما تكون الذكور خالية من الأمراض فأن الإنتاج اليومي من النطف يكون ثابت، بغض النظر عن تكرار القذف. ولحد 87% من إنتاج النطف اليومي ربما يتم جمعه عن طريق المساج البطني abdominal massage عندما تتزاوج الذكور بصورة متكررة أو يتم جمع السائل المنوي منها لخمسة مرات على الأقل في الأسبوع في برنامج التلقيح الاصطناعي. وبغياب قذف السائل المنوي سواء عن طريق التزاوج الطبيعي أو التلقيح الاصطناعي. فأن النطف تخزن لعدة أيام في الجزء السفلي من الوعاء الناقل وبعدها يتم إعادة امتصاصها داخل القنوات الدافقة المفضية إلى الخارج excurrent ducts.

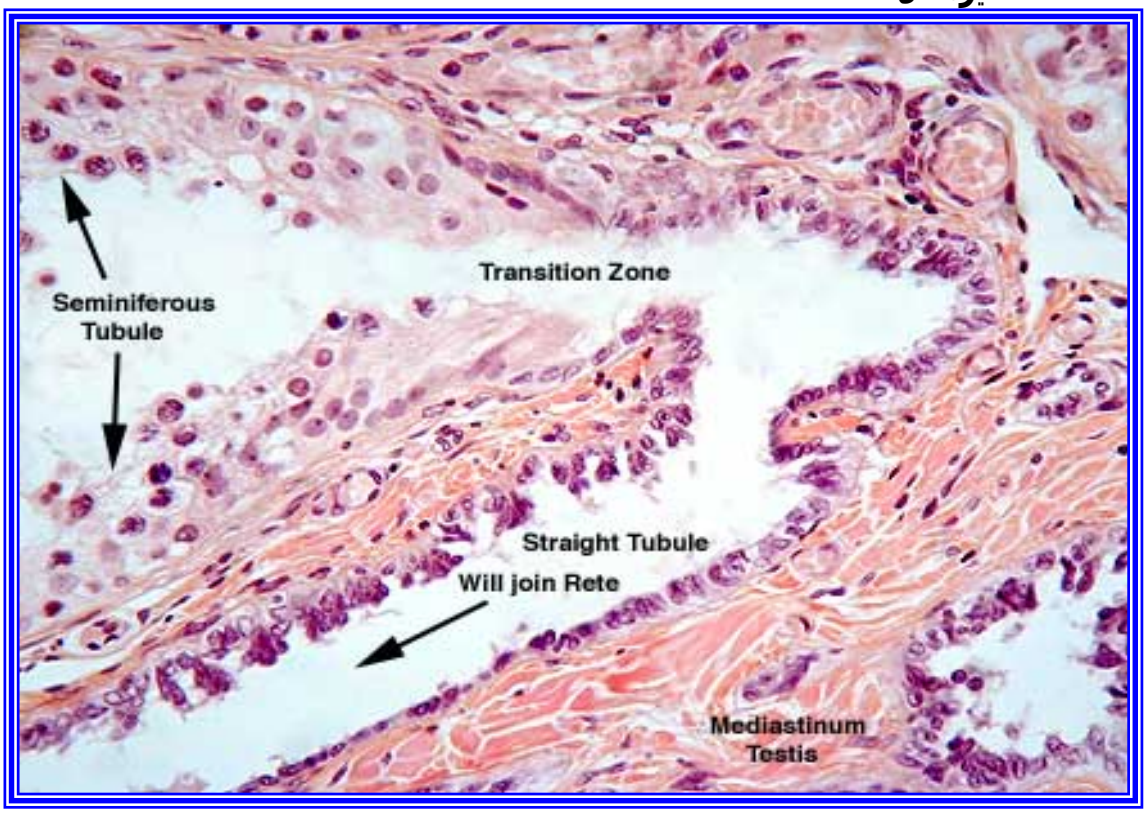
وبالرغم من إنتاج النطف اليومي يكون بمعدل ثابت، فأن كلاً من حجم القذفة وتركيز النطف في القذفة تقل عندما يتم جمع السائل المنوي بصورة متكررة من ذكور الدجاج والرومي. والفترات الفاصلة المثالية بين جمعات السائل المنوي لغرض التلقيح الاصطناعي سوف تعتمد على الهدف من التزاوج. فإذا كانت هنالك رغبة في الحصول على عدد أكبر من النسل من التزاوج فأن السائل المنوي يجب إن يجمع بفترات فاصلة من أسبوع تقريباً. ومن ناحية ثانية إذا كان المطلوب الحصول على أقصى عدد من النسل لكل ديك، فمن الممكن جمع السائل المنوي من الديكة لخمس مرات في الأسبوع.

انتقال وخزن المني:

عندما تتحرر النطف باتجاه تجويف النبيبات المنوية فإنها تندفع بقوة باتجاه شبكة الخصية rete testis (شكل 6)، والميكانيكية الدقيقة التي تحرك النطف باتجاه الشبكة الخصوية لم يتم اختبارها في الطيور، ولكن عند المناظرة مع الثدييات فإن التدفق الغزير للسائل من النبيبات المنوية سوف يجهز الوسط الذي تندفع فيه النطف.



شكل 5. عملية تحوّل النطفة Spermiogenesis التي تتحـول بموجبهـا طلائـع النطـف المستديرة الى النطف الكاملة.



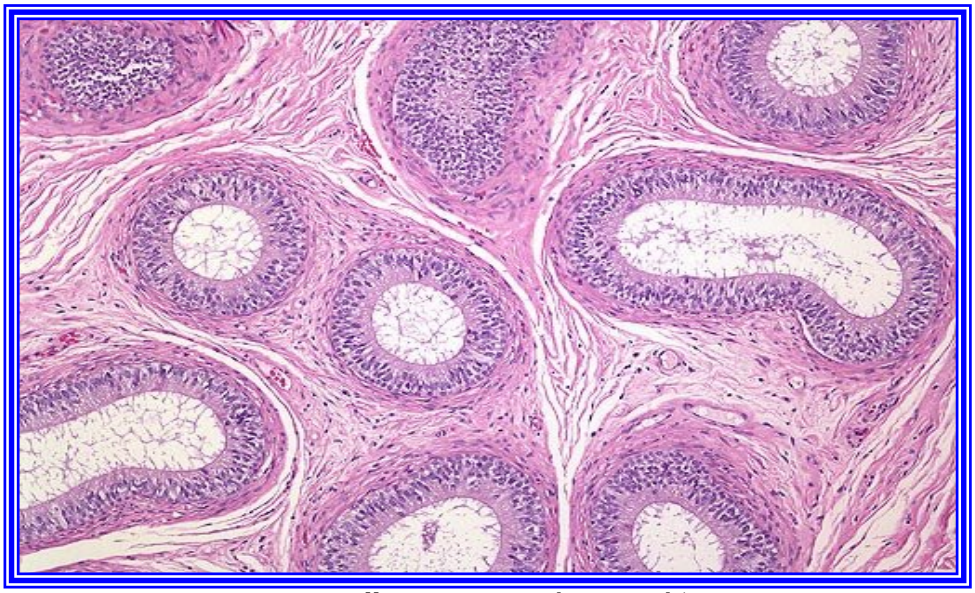
شكل 6. مقطع عرضي في الخصية يوضح طريق انتقال النطف من النبيبـات المنويـة الـى الشبكة الخصوية.

معـظم هـذا السائـل المنـوي يتم امتصاصه ثانية في الشبكة الخصوية والقنـاة الـصادرة Vasa efferentia لإنتاج عالق مركز concentrated suspension من النطف التي تعبـر عبـر البربخ epididymis في طريقها إلى الوعاء الناقل Vas daferense (الأشكال 7، 8 و 9). وتبطن الشبكة الخصوية بخلايا مهدبة والتي يفترض بأنها تساعد في انتقال النطف باتجاه البربخ، وتحتـوي الشبكة الخصوية على خلايا متقلصة (قابلة للتقلص) contractile قليلة والتـي تتـزود بالأعـصاب بدرجة كبيرة، ويعتقد بأن هذه التقلصات تساعد أيضاً في انتقال المني.

الوصف النسيجي للشبكة الخصوية والبربخ يقترح بأن بعض الخلايا المبطنة لهذه الخلايا تقـوم بتصنيع وإفراز البروتينات، وأن طبيعة هذه البروتينات والإفراز غير معروف، ولكن يـشجع علـى الافتراض بأنها ترتبط بالاكتساب المتزامن للحركة والقابلية الإخصابية عندما ينتقـل المنـي خـلال الشبكة الخصوية والبربخ. وهذا الافتراض متفق مع الملاحظـات الحديثـة بـأن تعـديل أو إزالـة البروتينات من النطف المقذوفة عن طريق التعريض لإنزيم neuraminidase أو تراكيز عالية مـن الملح فأنه سوف يعيق انتقال النطف. وكذلك فأن هذا الحال يتفق مع الملاحظات التي أشـارت بـأن النطف التي تم جمعها مباشرةً من الخصية وتلك النطف التي يتم فيها تعـديل أو إزالـة البروتينـات المفترضة والمفروزة من قبل الشبكة الخصوية والبربخ يمكنها تخصيب البويضات عندما يتم وضعها مباشرةً في الأجزاء العلوية من قناة البيض. ويقوم الوعاء الناقل vas deferense بإيصال المني من البربخ إلى المجمع ويعمل كمخزن للمني قبل عملية القذف. وإن عملية انتقال المني خـلال البـربخ والوعاء الناقل تتم بمساعدة الحركات التموية للطبقات العضلية التي تحيط بهذه القنـوات. والنطـف يمكن إن تصل الجزء السفلي للوعاء الناقل عبر البربخ خلال 24 ساعة وأن معظم النطف في البربخ سوف تنتقل خلال 72 ساعة. حجم السائل المنوي في الجزء السفلي من الوعاء الناقل مباشـرةً بعـد القذف عادة يكون أكبر بدرجة طفيفة من القذفة السابقة، يوحي بأن الخزين هو أكثر وبدرجة طفيفـة من قذفة أو قذفتين.

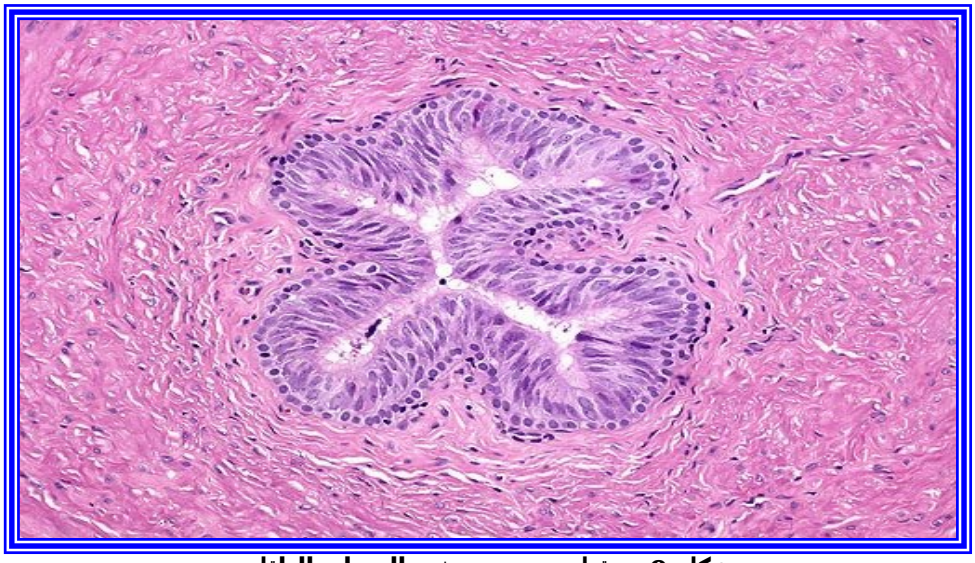
إن الذكور المختبرة جنسياً والتي تحفظ بصورة منعزلة لمدة 36 ساعة ويتم تعريضها فيما بعد للإناث يمكنها إن تتزاوج لحد 4 مرات في 15 دقيقة، بالرغم من إن 40-60% من الإنتاج المشترك للسائل المنوي يكون موجوداً في القذفة الأولى.

عند القذف فأن العضلات المتطورة جيداً في المنطقة السفلى من الوعاء الناقل تقـذف الـسائل المنوي خلال الحليمات papillae والتي تُبرز الوعاء الناقل داخل الكنيف البولي urodeum. وعندها تتدفق القذفة داخل الشرج الأولي proctodeum بين طيات القضيب الجانبية المحتقنة وكل طية تكون محتقنة باللمف من الجسم الوعائي vascular body الأساسي المجاور للمجمع، وتحتوي على شـبكة من الجيوب المرتبطة بالجهاز اللمفـاوي، وخـــــــلال التـــــــزاوج الطبيعـي أو خـــلال جمـــع الســـائـــل المنـــــوي عن طريـــق المساج البطني،



شكل 7. مقطع عرضي في البربخ .

شكل 8. مقطع عرضي في القنيوات الصادرة .

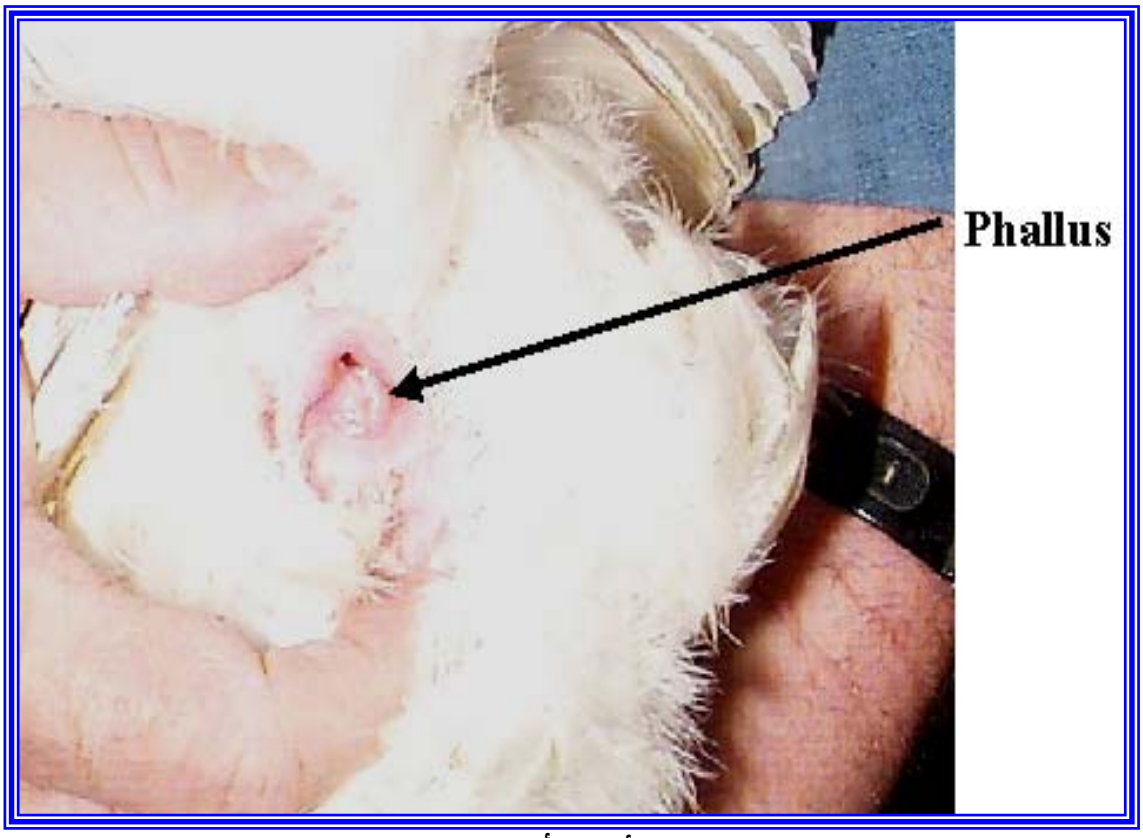


شكل 9. مقطع عرضي في الوعاء الناقل.

فأن هذه الجيوب تحتقن بالسائل اللمفاوي مؤديةً إلى إن الطيات الجانبية للشرج الأولي proctodeum تبرز من المجمع (الشكل 10). وعند القذف فأن السائل المنوي يتدفق عادةً من الوعاء الناقل إلى داخل الكنيف البولي urodeum ويعبر بين الطيات المحتقنة للشرج الأولي، وفي بعض المراحل خصوصاً في الديكة فأن السائل المنوي يمكن إن يقذف من الوعاء الناقل بمثل هذا الاندفاع بدون إن يتصل بالمجمع (يمس المجمع). وأن السائل المنوي المجموع بدون إن يمس أو يتصل بالمجمع يكون مفضلاً بالنسبة لعملية التلقيح الاصطناعي أو اختبارات السائل المنوي في المختبر، لاحتوائه على ملوثات أقل من القناة الهضمية ومن الأحليل وكمية لمف أقل من الأجسام الوعائية المجاورة للمجمع.

إن أعضاء الاقتران للطيور المائية تكون أكبر بكثير عما هي عليه في الطيور من رتبة الدجاجيات gallinaceous، وأن الطيات التي تشبه القضيب الممتد يمكن إن تبرز عدة سنتمترات خارج المجمع في هذه الأنواع (شكل 11)، وبالرغم من التشابه التشريحي الواضح لقضيب الثدييات، فأن عضو الاقتران للطيور المائية من ناحية ثانية يكون مشابه وظيفياً لذلك في رتبة الدجاجيات وذلك لأن السائل المنوي ينتقل في تجويف مفتوح والذي يتخذ طريقاً لولبياً إلى أسفل السطح الخارجي للعضو البارز. لا يوجد هنالك أعضاء جنسية ثانوية في الطيور الداجنة والتي يمكن أن تشابه مثيلاتها في الثدييات، لذلك فأن السائل المنوي من المحتمل إن يشتق كلياً من الخصى والقنوات الدافقة excurrent ducts (المفضية إلى الخارج)، بالرغم من إن المادة الإفرازية اللمفاوية lymphatic exudates من الطيات القضيبية phallic folds عادةً تساهم في القذفة عندما يتم جمع السائل المنوي عن طريق المساج البطني، ونظراً لأن ميكانيكية انتقال السائل المنوي وتركيب السائل المنوي خلال التزاوج الطبيعي قد لاقى اهتمام قليل جداً فأن من غير الواضح فيما إذا كان السائل اللمفي هو مكون طبيعي للسائل المنوي للطيور.

يحتوي المجمع cloaca في الدجاج والرومي والسمان الياباني على غدد في الجزء الظهري من الشرج الأولي proctodeum، والتي يجب إن تعتبر كأعضاء تناسلية ثانوية في السمان quail، وعلى النقيض من غدد الجزء الظهري للشرج الأولي للدجاج والرومي، والذي تكون غير مرتبطة بالإندروجين وتفرز فقط كميات قليلة جداً من السائل اللزج فأن غدد الشرج الأولي للسمان الياباني تكون معتمدة على الإندروجين وتساهم بإفرازه مادة رغوية للسائل المنوي. وظيفة هذا الإفراز غير واضحة، ولكن تضعف القابلية الإخصابية بدرجة كبيرة عندما يتم إزالة هذه الغدد جراحياً. المادة الرغوية ربما تعزز انتقال النطف عن طريق ميكانيكية غير محددة وربما تجهز الوسط الذي تعرض فيه النطف إلى تراكيز عالية من الأوكسجين لدعم الأيض الهوائي.



شكل 10. بروز القضيب (الأنثري) أثناء عملية قلب المجمع للديكة.

شكل 11. بروز القضيب (الحقيقي) أثناء عملية قلب المجمع لذكور الطيور المائية.

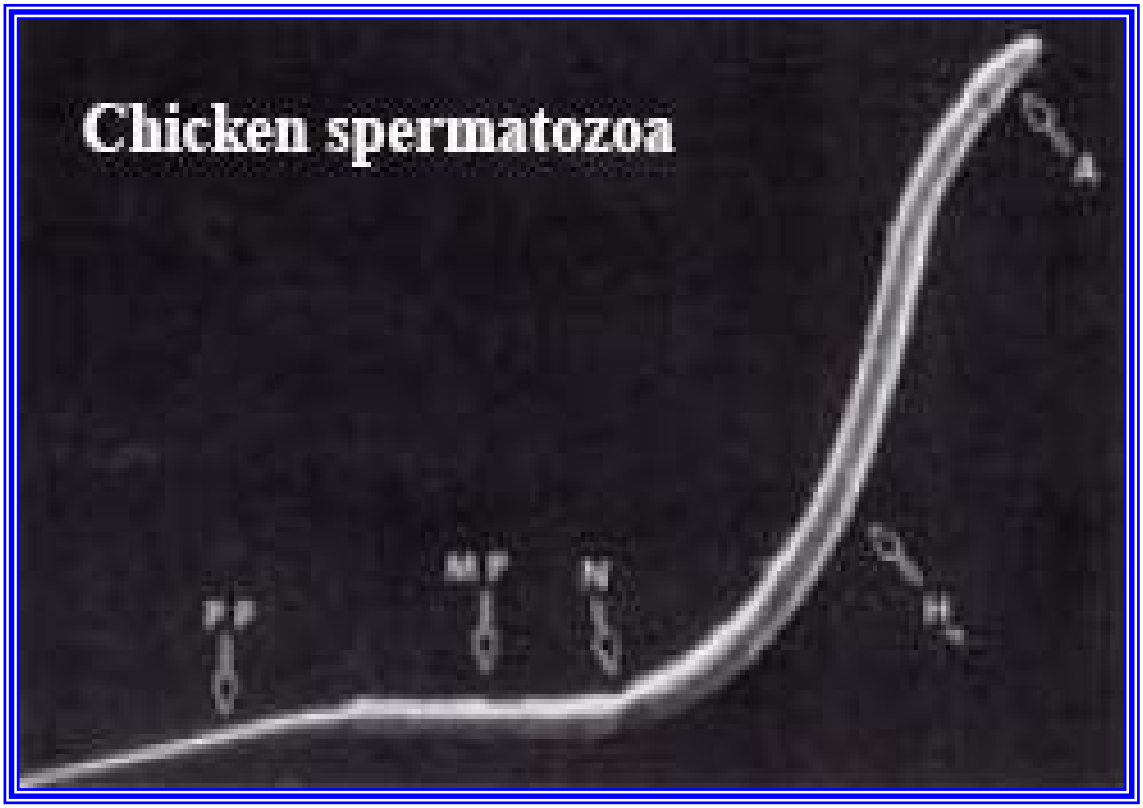
المظهر الخارجي للنطف Sperm morphology:

خلايا النطف للطيور الداجنة تكون طويلة وأسطوانية ومستدقة الطرف لكلتا النهايتين، وكما هو الحال في بقية الحيوانات فأن النطفة تحتوي على الأكروسوم acrosome، الـرأس head، القطعـة الوسطية midpiece والذيل (شكل 12). وتكون النطفة حوالي 0.5 µm في جزئها العريض وطولها حوالي 100 µm تقريباً ويكون حجمها حوالي 10 μm^3 وعندما تتحول الخلايا من حالـة سـليفات النطف spermatogonia والتي قطرها حوالي 6 µm وحجمها حوالي 75 μm^3، إلى حالة النطفـة spermatozoa فإنها لهذا الغرض سوف تستطيل بدرجة كبيرة وإن حجمها ينخفض بدرجة كبيـرة، وبالرغم من أن مكونات سليفات النطف يعاد ترتيبها خلال عملية تكوين النطف فـأن الأكروسـوم، الرأس، القطعة الوسطية والذيل للنطفة تكون موجودة داخل غشاء الخلية الأصلية، ويشتق الأكروسوم من جهاز كولجي Golgi apparatus لسليفات النطف ويتكون من غطاء رأس (قلنسوة) الأكروسوم acrosomal cap والشوكة الأكروسومية acrosomal spine. وهذه المنطقة تحتوي على واحدة أو أكثر من إنزيمات التحال البروتيني proteolytic enzymes والتي تحتاجها النطفة خـلال عمليـة الإخصاب، وترزم النواة داخل الرأس وتتكثف الكروموسومات بدرجة كبيرة خـلال عمليـة تكـوين النطف، وإن الغشاء النووي يضّم إلـى الغـشاء الخلـوي، بينمـا سـايتوبلازم الخلايـا النطفيـة spermatocyte يتم التخاص منه جوهرياً في النبيبات المنوية.

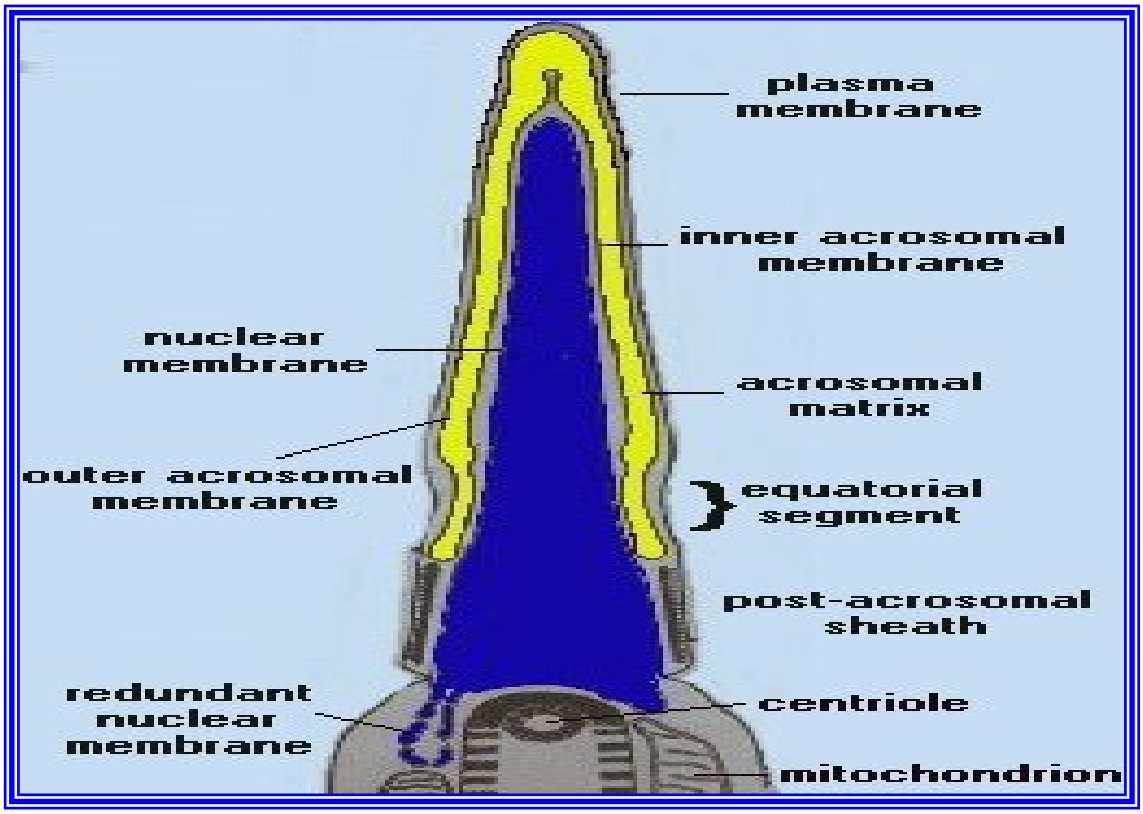
وتشتق القطعة الوسطية وذنب النطفة من المايتوكندريا والهيكل الخلوي cytoskeleton للخلية لتجهيز الحركة للنطفة الفعالة، وترتبط القطعة الوسطية بالرأس عن طريق الحبة المركزيـة الدانيـة proximal centriole. وإن الحبة المركزية القاصية distal centriole تكوّن لـب core القطعـة الوسطية وتتصل بقوة أو تندمج مع الحبة المركزية الدانية، وإن الحبة المركزية القاصية تُثّبت كـذلك الليفان المركزيان central fibres التي تبرز داخل ذيل النطفة، وتحاط الألياف المركزيـة بـ 9 أطقم sets من النبيبات الثلاثية triplet والتي يظهر بأنها تنشأ بين الحبات المركزية الدانية والقاصية وتمتد طوال القطعة الرئيسية للذنب إلى القطعة النهائية. وتحاط القطعة الوسطية بـ 30 مايتكونـدريا تقريباً، والتي تجهز القابلية الإنزيمية لأيض الطاقة (شكل 13).

تمثيل خلايا النطف Metabolism of sperm cells:

تشبه خلايا النطف لأنواع الطيور مثيلاتها لأغلب الحيوانات، فيجب إن تبقى حية survive في بيئة ضمن الخصية وقنوات الدفق excurrent ducts والتي لا تعتمد على علاقة فيزيائيـة عميقـة intimate مع الجهاز الوعائي vascular system لتجهيز الأوكسجين والركائز substrates لتمثيل الطاقة والعمل كمخزن لنواتج التمثيل الثانوية. إن بقاء خلايا نطف الطيور لفترات طويلة في الغـدد



شكل 12. أجزاء نطفة الديكة، A : الأكروسوم، H : الرأس، N : الرقبة، MP : القطعة الوسطية، و FP : القطعة النهائية (الذيل).



شكل 13. التركيب الداخلي للنطفة .

الخازنة للنطف sperm host glands ضمن القناة التناسلية الأنثوية يشير إلى إنهـا تمتلـك أنظمـة أيضية غير اعتيادية unusual للحفاظ على القابلية الإخصابية خلال وجودها فـي الجـسم *in vivo*. وعندما يتم حفظ نطف الطيور في المختبر بدرجة حرارة 41 م فأن قابليتها الإخصابية وحركتها تبدأ بالانخفاض في غضون 15 دقيقة بعد عملية القذف ejaculation، وعليه فأن فهم القدرات الأيـضية لهذه الخلايا الفريدة له أهمية نظرية كبيرة للمختصين بالكيمياء الحيوية وقيمة عملية للمهتمين بحفـظ السائل المنوي للطيور داخل الجسم الحي *in vivo* وفي المختبر *in vitro*.

تمثيل الطاقة Energy metabolism:

من وجهة نظر مقارنة، ومما يلفت النظر إن نطف الدجاج والرومي تمتلك قابليات مختلفة تماماً على اشتقاق الطاقة من الركائز الموجودة في السائل المنوي Seminal fluid، نبيبات خزن النطـف sperm storage tubules أو المخففات diluents المعدة للتلقيح الاصطناعي وخزن السائل المئوي في المختبر. فبينما تستطيع نطف الديكة تمثيل الكلوكوز إلى لاكتيت lactate بكفـاءة عاليـة تحـت الظروف اللاهوائية anaerobic، فليس باستطاعة نطف الديك الرومي اشتقاق كميـات كبيـرة مـن الطاقة من التمثيل اللاهوائي. وعلى أية حال فأن السائل المنوي من كلا النـوعين يـستطيع أكـسدة الكلوكوز إلى ATP تحت ظروف هوائية aerobic.

الركائز ذات المنشأ الداخلي endogenous التي تستغل من قبل نطفة الطيور بغياب الكلوكوز المجهز supplementary glucose لم يتم التعرف عليها، لكن المقترح إن النطفة يمكن إن تستعمل الدهون المفسفرة phospholipids كركيزة لتمثيل الطاقة، ومن الملفـت للنظـر فـأن الكلوتاميـت glutamate لا يمكن إن يستعمل كمصدر طاقة للنطفة، بالرغم من التراكيز العالية جـداً مـن هـذا الحامض الأميني في إفرازت القناة التناسلية الذكرية.

المحاليل المنظمة، الركائز والنواتج الأيضية في السائل المنوي:

Buffers, substrates and metabolic products in seminal fluids:

في الوقت الذي تمر فيه النطف خلال الخصية، شـبكة الخـصية، البـربخ والوعـاء الناقـل vas deferens، فأنها تكون عالقة بإفرازات الخصية والقنوات الدافقة excurrent ducts التي تجهز الركائز والمحلول المنظم buffer وتعيد امتصاص resorb النواتج النهائية للتمثيل. عندما يتم جمـع السائل المنوي من خلال تدليك المنطقة البطنية abdominal massage، فيمكن إن يكون ملوث بالـ urates والفضلات خلال تدفقه من خلال الشرج الأولي protodeum، ولذلك من الصعب التحقـق من التركيب الدقيق للبلازما المنوية seminal plasma عند عملية القذف.

عند مقارنة بلازما الدم بالمكونات الرئيسية للبلازما المنوية الحاوية على كمية قليلة من السائل اللمفاوي يمكن ملاحظة ما يأتي:

جدول 1. مقارنة مكونات البلازما المنوية للدجاج والرومي مع مكونات بلازما الدم

المكونات	البلازما المنوية للدجاج	البلازما المنوية للرومي	بلازما الدم
كلوكوز	0.18	-	12
Cl^-	46	23	121
Na^+	145	140	160
K^+	13	20	6
Ca^{+2}	1.4	0.3	6
Glutamte	75	88	0.2
Lactate	3.7	2.4	5.5
Pyruvate	0.3	0.4	0.4
α- ketoglutarate	0.4	0.2	0.1
Carnitine	3.2	1.7	0.2
Acetyl carnitine	0.5-0.2	0.5-0.2	0.1
Protein (g/l)	8	22	40

- التراكيز للمواد أعلاه بالـ mM.

يبدو من غير المحتمل بأن البلازما المنوية تجهز الركيزة لتمثيل الطاقة نظراً لوجود كمية قليلة جداً من الكلوكوز (غير موجود في الرومي و 0.18 mM في الدجاج). ويوجـد الـ Glutamate بتركيز عالي في البلازما المنوية ويبدو إنه يحل محل الكلور Cl^- كأيون سـالب الـشحنة anion. والأهمية الوظيفية للـ Glutamate مبهمة نظراً لأن النطفة تفتقر للقابلية الأيضية الكافية لاسـتعماله كمصدر للطاقة. وعلى الرغم من إن إضافة الـ Glutamate للمحاليل المنظمة مفيدة للمحافظة على السائل المنوي للدواجن، إلا إنه ليس مكون أساسي للمخففات المستخدمة للسائل المنوي في الـدواجن. بالمقارنة مع بلازما الدم، فهنالك بروتين وكلور Cl^- أقل في البلازما المنوية. وعلى أية حال، عندما يشترك السائل اللمفاوي مع السائل المنوي، فأنه سوف تضاف كميات كبيرة من البروتين نظـراً لأن تركيز البروتين والـ Cl^- في اللمف تقريباً مساوي لتركيزها في الدم.

التزاوج الطبيعي Natural mating:

باستثناء الحمام pigeons، والتي فيها ارتباط bonding الزوجين هو جزء أساسـي للعمليـة التناسلية، فأن الطيور المدجنة لأغراض إنتاج اللحم والبيض تكون متعددة الزوجات polygamous.

مثلاً، لغرض المحافظة على الخصوبة المثالية في قطعان الدجاج، ذكر واحد يكـ ـون متطلب لكـل 7-14 دجاجة اعتماداً على السلالة، حالة الجسم وعمر القطيع. وإن تواجد الذكر يكون غير متطلـب لتحفيز التبويض ovulation في الأنثى كما إن الذكر ليس له تأثير واضح في معدل التبويض. نسبة الذكور إلى الإناث لأمهات فروج اللحم تكون أقل مما هي عليه فـي قطعـان التربيـة breeding stocks المستعملة لإنتاج الدجاج البياض، وفـي حـالات عديـدة تتطلـب إضـافة ذكـور بديلـة replacement males خلال موسم التناسل.

إضافة ذكـور لقطيـع مؤسـس established flock ترتبـ ـط بالمواجهـ ـ ـات العدائيـة aggressive encounters بين الذكور في الوقت الذي يتم فيه إعـادة ترتيـب الـسلم الاجتمـاعي Social hierarchy. إن عملية تأسيس ترتيب اجتماعي مستقر تسبق بدء نشاط التزاوج الطبيعـي، ولذلك فأن الحد الأعلى للخصوبة لا يحصل إلا بعد تأسـيس الترتيـب الاجتمـاعي Social order، فالذكور التي تكون في أعلى السلم الاجتماعي high ranking males تتزاوج بتكـرار أكثـر مـن الذكور التي تكون في أدنى السلم الاجتماعي low ranking males في القطعان الكبيرة حيث يجـب على الذكور التنافس للحصول على الإناث harem، ولو إن تكرار التزاوج بالنسبة للذكور التي تكون في أدنى السلم الاجتماعي يكون طبيعي عندما يتم وضعها بشكل مستقل مع الإناث. الذكور التي تكون في أعلى السلم الاجتماعي ستتواجه مع محاولات التزاوج بتكرار أكثر مقارنة بالذكور في أدنى السلم الاجتماعي، خصوصاً عندما يحدث التزاوج في مكان فيه تقـارب شـديد close proximity. فـي القطعان التجارية الكبيرة تؤسس الذكور منطقة territory خاصة بها وإن أي محاولة للتزواج من قبل أي ذكر غريب ضمن هذه المنطقة ستواجه بالتدخل من قبل ذكور المنطقة.

الوقت المطلوب للقياس الدقيق لتكرار التزاوج والصعوبة الفنية لتزويد الذكور بـأجهزة جمـع السائل المنوي semen collecting devices التي لا تعيق التزاوج أدت إلى آراء ذات مدى واسـع من الاختلافات فيما يتعلق بتكرار التزاوج خلال اليوم، حجم السائل المنوي المقذوف، تركيب السائل المنوي المقذوف ونسبة التزاوجات المصحوبة بعملية القذف. وعلى أية حال فمن الواضح بأن الديكـة قد تتزاوج إلى حد 30 مرة باليوم وأن أكثر من 50 % من حـالات الجمـاع copulations غيـر مرتبط بانتقال transfer السائل المنوي. في بعض الحالات تحصل التزاوجات بتكـرار أكثـر فـي الصباح بينما في حالات أخرى لوحظ أن التزاوجات تحصل بتكرار أكثر من المساء.

سلوك التزاوج Mating behavior

يسبق التزاوج عادةً تودد أو مغازلة courtship الإناث من قبل الذكور، السلوك المرتبط بقـوة بعملية التزاوج يوصف كونه انطلاقة سريعة waltz والتي فيها يخفض الذكر جناح واحد ويقترب من الدجاجة بخطوات جانبية مراوغة قصيرة short shuffling side-steps، والاقتراب مـن الخلـف

rear approach والتي فيها يمسك الذكر عرف أو رقبة الدجاجة أو يرفرف بجناحيه عليها. تتضمن نشاطات المغازلة الأخرى عمل دائرة حول الدجاجة بخطوات شديدة مبالغ فيها exaggerated، التشهية للطعام tidbitting والتي فيها ينقر وينبش الأرض بينما يتم إسماعه أصوات الطعام giving - food calls، والنشاط الآخر يسمى cornering، والتي فيها يركض إلى الزاوية، يطبع قدميه ويستقر في الفرشة بحركات تعمل منخفض يشبه العش nest-like depression في الوقت الذي فيه يطلق أصوات vocalizing للدجاج.

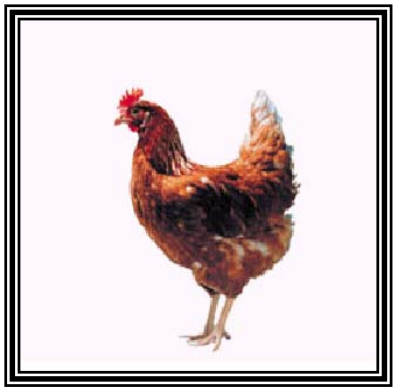
التعفير بالتراب dustbathing، رفرفة الجناح wing - flapping، هز الرأس head - shaking، نفش الريش feather - ruffling، هز الذنب tail - wagging، مسح المنقار bill – wiping، تصفيف الريش preening، التبختر strutting وإطلاق أصوات العواء whining – vocalization يبدو إنها أيضاً ترسل أشارات مغازلة للدجاجات، رغم أن هذه التصرفات هي ليس على وجه التخصيص متعلقة بالمغازلة. وتباشر الذكور أغلب سلوك مغازلتها لكل القطيع، ولو إن الانطلاقات السريعة waltzing والاقتراب من الخلف rear approach تباشر بوضوح على إناث مفردة. وتفضل الذكور مغازلة الإناث ذات المظهر phenotype الذي تعرفه من فترة الحضانة rearing period، ولو أن هذا التفضيل لا يمنع مغازلة الإناث التي يكون مظهرها غير مألوف.

المغازلة courtship من قبل الذكر تؤدي إلى بدأ استجابة انتخابية selective response من الأنثى، والتي قد تقترب من الذكر المستعرض أو ترفض عروضه، والمقاييس التي تحدد انتخاب الذكر من قبل الأنثى غير واضحة، ولو إنه يحتمل إن الذكور من بعض السلالات تكون أكثر جاذبية للإناث من ذكور سلالات أخرى.

العلاقة بين تكرار سلوك المغازلة والتزاوج ضعيفة وهذا يشير إلى أدوار أخرى متساوية أو أكثر أهمية في تداخل الإشارة – الاستجابة signal – response interaction والموضح في الشكل (14) والذي يتوج بالتزاوج.

في القطعان الصغيرة، فأن الإناث ستتزاوج مع بعض الذكور ولا تتزاوج مع الذكور الأخرى بغياب الاختلافات المظهرية الواضحة بين الذكور، مثل الصفات الجنسية الثانوية. ونظراً لأن الأناث سوف تتزاوج مع أكثر من ذكر واحد، فمن الواضح بأن هذه التفضيلات للذكور لا تولد تزاوجات أحادية monogamous matings. بالرغم من أن طبيعة التفضيلات للذكور من قبل الإناث غير مفهومة ولكن يبدو إن التفضيلات تكون نفسها للمجاميع المختلفة من الدجاج وهذا يشير إلى إن العملية الانتخابية selective process تكون عامة وتعزى للسلوك الجنسي لإناث الدجاج.

شكل 14. تتابع الإشارة – الاستجابة في سلوك التزاوج للدجاج.



الدجاجة المتقبلة receptive hen تنحي crouches أمام الذكر مع مد سيقانها قليلاً، الذكر يمتطي cock mounts، يمسك بريش الرقبة للدجاجة بمنقاره ويدوس treads على ظهر الدجاجة، ترفع الدجاجة ذنبها وتحركه إلى أحد الجوانب بينما يخفض الذكر ذنبه وينزلق على مؤخرة الدجاجة، ويتدفق السائل المنوي من خلال طيات القضيب المنتفخة engorged phallic folds على المجمع المنقلب للأنثى في الوقت الذي يتصل فيه العضوين.

المجمع المنقلب للدجاجة ينكمش retract مباشرةً في الوقت الذي ينتهي فيه انزلاق الذكر على الأنثى، ومن ثم تقوم الأنثى بوقفة مميزة characteristic stance وتهز نفسها بشدة بينما يدور أو ينطلق الذكر بسرعة. تنقضي 3 -4 ثواني تقريباً بين بدء التزاوج عندما تنحني الدجاجة واهتزازها الذي يؤشر نهاية العملية. ويبقى تلامس المجمع cloacal contact لمدة أقل من ثانية في الوقت الذي يمر فيه السائل المنوي من الذكر إلى الأنثى.

سلوك التزاوج في للذكور والإناث في القطعان التجارية الكبيرة حيث هنالك عدة ألاف من الطيور لها القدرة على التداخل مع بعضها البعض لاقى اهتمام قليل جداً، عليه فأن استقراء ملاحظات السلوك الجنسي في القطعان الصغيرة وملاحظات الاستجابة عندما تعرض الذكور والإناث كل منها للأخر، لوصف السلوك الجنسي في القطعان التجارية الكبيرة قد تكون مضللة تماماً، وعلى أية حال، يبدو من المحتمل أن بعض الذكور في القطعان الكبيرة تظهر سلوك مغازلة لكن لا يتم انتخابها من قبل الإناث للمجامعة copulation.

من الواضح أيضاً إن تقييم القابلية الإخصابية للذكور في قطيع أمهات فروج اللحم على أساس سلوك المغازلة قد يكون مضلل. الفهم الجيد للتلميحات cues التي تستعملها الإناث في انتخاب الذكور ولعدد الطيور التي تكون وحدة وظيفية ضمن قطيع تجاري كبير يكون مطلوب قبل إن يكون التفسير المفيد لتكرارات السلوك الجنسي ذو قيمة أكاديمية أو عملية كبيرة. فقد أوضحت الدراسات، إن تكرار المغازلة وعملية الجماع المرئية apparent copulation تتباين أكثر من أربعة أضعاف بين الأصول الوراثية genetic stocks المختلفة وإن مقدار الوقت المصروف في كل ظاهرة لعرض المغازلة تختلف تبعاً للسلالة والعمر والخبرة الجنسية sexual experience وظروف الإدارة. إن مقاييس السلوك الجنسي هذه غير مرتبطة بالإخصاب للخطوط المنتخبة والقطعان.

سلوك المغازلة والتزاوج للطيور الداجنة الأخرى هي بشكل عام مماثلة ولو إن هناك بعض الاختلافات الملحوظة. المغازلة من قبل ذكور الرومي تسمى التبختر strutting والتي يخفض فيها الذكر جناحيه لكي تمس نهاياتها الأرض، في الوقت الذي يتجه به بحركة بطيئة وإصدار سلسلة من الأصوات العميقة. وبالرغم من إن تكرار هذا السلوك يزداد بصورة كبيرة عند حصول النضج الجنسي، إلا إن التبختر يمكن أن يكون ملحوظاً في ذكور الرومي التي تكون بعمر عدة أسابيع فقط ويمكن إن يحث تكراره في مرحلة ما قبل النضج الجنسي عن طريق إعطاء الإستروجينات، وعندما

توضع الذكور الناضجة جنسياً سويةً فأن جميع ذكور الرومي تميل بـصورة تلقائيـة للاسـتعراض وتتبختر بشكل متزامن.

عملية تكوين النطف spermatogenesis

يمتد سايتوبلازم خلايا سرتولي Sertoli cells على طول محيط النبيب المنوي ويغلف الخلايا الجرثومية النامية، العلاقة الوثيقة بين خلايا سرتولي والخلايا الجرثومية النامية توحي بأنهـا تكـون متضمنة جوهرياً في عملية تكوين النطف spermatogenesis. في الواقع يبدو بـأن عـدد خلايـا سرتولي الموجودة في النبيب المنوي ترتبط مع درجة فعالية نشوء النطف spermatgenic activity وبالنتيجة مع إنتاج النطف output of spermatozoa في الطيور البالغة. ويظهر بأن خلايا سرتولي تلعب دوراً مهماً في نقل المواد المغذية nutrients للخلايا الجرثومية، ومن خلال إفراز الهرمونـات الستيرويدية ربما تعمل على تنظيم تفريق differentiation الخلايا الجرثومية، وأخيراً فـأن خلايـا سرتولي ربما تعمل على تنظيف حطام debris الخلايا الجرثومية المتحللة في النبيبات المنوية (دور بلعمي phagocytic role) وخصوصاً خلال فترات النكوص الخصوي testicular regression.

بدءاً من أو بعد اليوم الخامس عشر من الحـضانة incubation، فـأن الخلايـا الجرثوميـة الأساسية (الأولية) primordial germ cells في ذكور أجنة أفراخ الدجاج تبدأ بالانقـسام بفعاليـة وبعد ذلك بفترة قصيرة فأنه يمكن ملاحظة الخلايا المـسماة بـسليفات النطـف spermatogonia. التطور اللاحق للخصية ولعملية تكوين النطف يمكن أن يقسم إلى ثلاث أطوار phases:

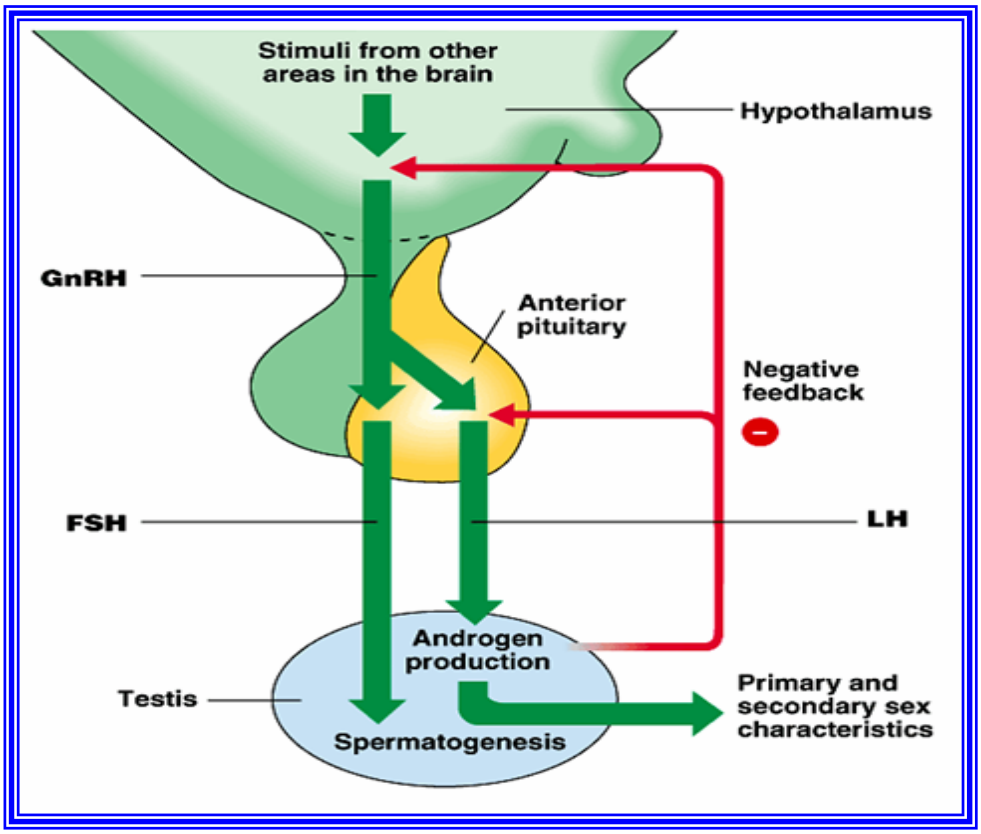
1. طور ما قبل البلوغ prepubertal phase: والذي يمتد لغاية عمر 10 – 14 أسبوع.
2. طور البلوغ pubertal phase: والذي يمتد للفترة من عمر 10 - 14 أسبوع ولغاية عمر 20 – 24 أسبوع.
3. النضج الجنسي sexual maturity: عندما تكون أعداد ونوعية النطف في أوجها zenith.

خلال طور ما قبل البلوغ، فأن معدل نمو الخصية يكون بطيء ولكنه يرتبط بصورة خطية مع العمر ومع الزيادة في وزن الجسم. تبدأ سليفات النطف spermatogonia بالزيادة من خلال الانقسام الخيطي mitotic division ومع النمو ومع التغير النووي nuclear change فـأن بعـض هـذه الخلايا (سليفات النطف) سوف تتحول إلى الخلايـا النطفيـة الأوليـة primary spermatocytes. وخلال طور ما قبل البلوغ فأن خلايا سرتولي سوف تتكاثر proliferate أيضاً. وبـسبب زوائـدها السايتوبلازمية الواسعة ووظيفتها الأساسية في تغذية (رعاية) nurturing الخلايا الجرثومية النامية، فأنه يطلق أحيانـاً علـى خلايـا سـرتولي بخلايـا الـدعم support cells أو الخلايـا الـساندة sustentacular cells.

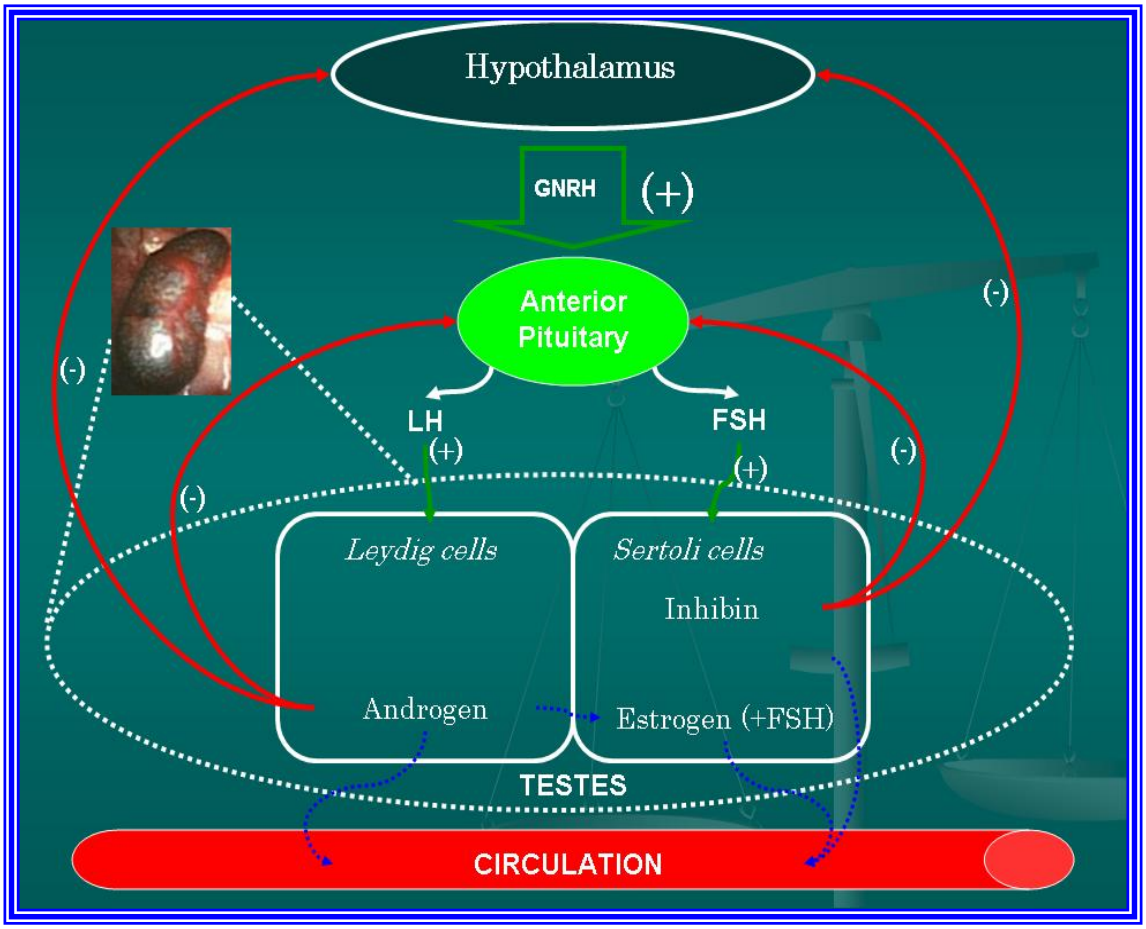
ويتصف طور البلوغ بنمو سريع للخصية وعموماً يبلغ أوجه في إنتاج أول النطف، وبالقرب من نهاية هذه الفترة فأن الخلايا النطفية الأولية تعاني انقسامين اختزاليين meiotic أو نضوجيين maturation divisions.

في الانقسام الأول فأن الخلايا النطفية الأولية تتحول إلى أثنين من الخلايا النطفية الثانوية secondary spermatocytes وفي الانقسام الثاني فأن الخليتين النطفيتين الثانويتين تتحول إلى أربعة من طلائع النطف spermatids، وتؤدي الانقسامات الاختزالية (الانقسامات النضوجية) إلى إنتاج خلايا (كميتات) تحتوي على نصف عدد الكروسومات الموجودة في الخلايا الأصلية (الخلايا النطفية الأولية). إنها الميكانيكية التي بموجبها العدد المضاعف diploid من الكروموسومات المنتج عند الإخصاب fertilization يتم تنصيفه، وذلك لكي تمتلك الكميتات أو الخلايا الجنسية sexual cells العدد الأحادي haploid من الكروموسومات. لذلك فأن الإخصاب والانقسام الاختزالي عبارة عن أحداث مكافئة compensating events؛ وأن الفشل في أحداها يسبب الانهيار breakdown في النظام المنظم للتناسل الجنسي sexual reproduction. هذه العملية تكون تحت سيطرة هرمونية كاملة، إذ تشارك فيها هرمونات GnRH و FSH و LH والتستستيرون (الشكلين 15 و 16). وتتحول طلائع النطف بدون انقسام إضافي إلى النطف النهائية definitive spermatozoa، وهذه العملية يشار إليها بأنها عملية تحؤول النطفة spermateliosis أو spermiogenesis، وتتكون النطفة spermatozoon من خلال إعادة الترتيب المنظم للمواد الخلوية لطلائع النطف. الناتج النهائي لهذه العملية من التحول metamorphosis عبارة عن خلية تكيفت جيداً تركيبياً ووظيفياً لتسّير propelling نفسها خلال قناة البيض للأنثى واختراق البويضة ovum.

ويعرف البلوغ الجنسي puberty في الذكور بأنه العمر الذي تظهر فيه النطف أولاً في المني المقذوف، وهذا يحدث بين عمر 16 – 24 أسبوع وأحياناً يكون هنالك ظهور مبكر للنطف في خصى الديكة بعمر 8 – 12 أسبوع. ويحصل البلوغ الجنسي في الديك الرومي بين عمر 18 – 28 أسبوع. وإن البلوغ والنضج الجنسي في الديكة لا تكون مترادفة synonymous. ويعّرف النضج الجنسي sexual maturity بأنه الوقت الذي يصل فيه نمو الخصية ذروته (حده الأعلى) وتكون فيه أعداد ونوعية النطف بحدها الأكمل maximal، بالمقارنة مع الإنتاج الابتدائي initial production للكميتات (الأمشاج). وعمل هذا التمييز نظراً لأن نوعية المني المنتج أولاً تكون رديئة نسبياً. كذلك فأن العوامل مثل الوراثة، درجة الحرارة، الفترة الضوئية والتغذية والتي لا تؤثر فقط عند إنتاج أول الأمشاج، لكنها ربما تكون لها تأثيرات عميقة profound على إنتاج المني البالغ adult semen production.



شكل 15. السيطرة الهرمونية على عملية تكوين النطف في الطيور.

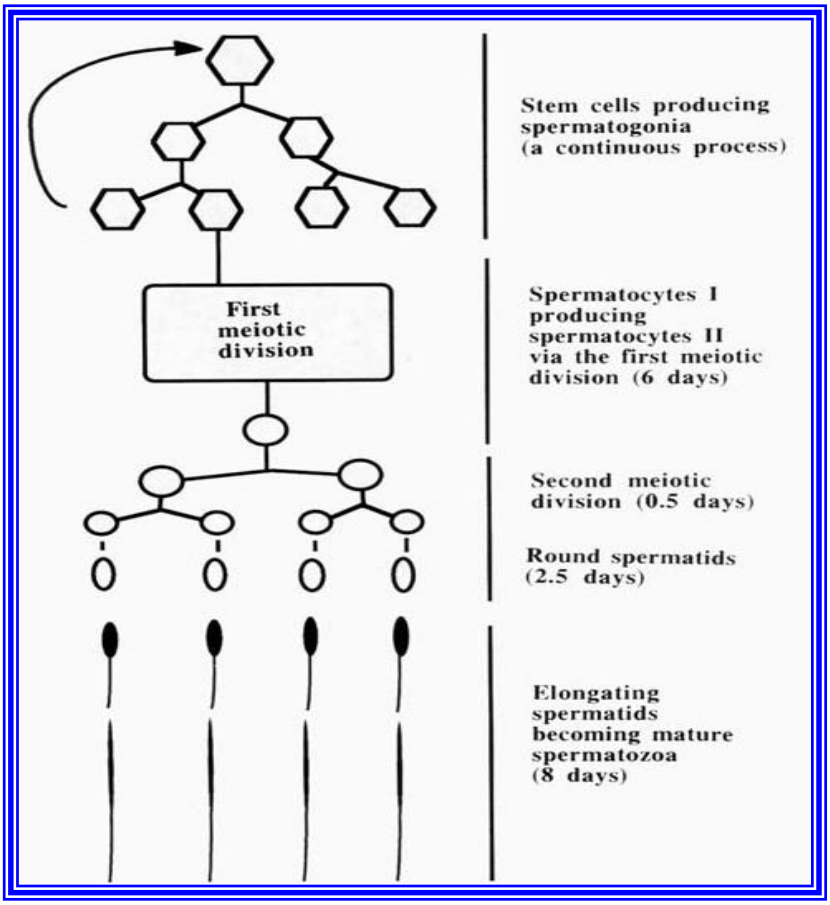


شكل 16. ميكانيكيات التغذية العكسية المسيطرة على عمل الخصى في الطيور.

وتكون فترة تكوين النطف spermatogenesis في الطيور قصيرة بالمقارنة مع الحيوانات الأخرى. إن الفترة من تكوين الخلايا النطفية الأولية ولغاية اكتمال عملية الـ spermiogenesis قد قدرت بأنها تستغرق 10 – 12 يوم. وإن الوقت الضروري لعبور النطف خلال البربخ epididymis والوعاء الناقل vas deferens يستغرق 3 – 4 أيام إضافية. وهكذا فأن النطف سوف تظهر في القذفة بفترة 13 – 15 يوم بعد بداية الموجة المكونة للنطف spermatogenic wave (الشكلين 17 و 18). وهذه الملاحظات تتناقض مع الملاحظات المذكورة عن الثدييات، وعلى سبيل المثال في الفئران تستغرق 38 – 44 يوم، الأرانب 40 يوم، الكباش 40 – 49 يوم، الثيران 54 – 64 يوم، الرجال 64 – 74 يوم (فترة تكوين النطف spermatogenesis من الخلايا النطفية الأولية ولغاية ظهور النطف في القذفة).

في الثدييات التي تحتوي على كيس الصفن scrotum، فأن تعريض الخصية لدرجة حرارة الجسم يتعارض عادةً مع عمليات تكوين النطف ويسبب العقم sterility. وفي أنواع الطيورspecies avian حيث تقع الخصى داخل الجسم، فأن تعريض الخصى لدرجة حرارة أقل من درجة حرارة الجسم تسبب عملية تكوين نطف مبكرة precocious spermatogenesis، بينما التعريض لدرجة حرارة أعلى من درجة حرارة الجسم سوف يكبت suppressed عملية تكوين النطف. عندما تم تسجيل درجة حرارة الخصى والجسم كل ساعة لمدة 24 ساعة، فقد أظهرت إيقاع نهاري (يومي) diurnal rhythm. إضافة لذلك، فأن فعالية تكوين النطف spermatogenic activity تصل حدها الأعلى (بين الساعة 12 و 2 صباحاً) عندما تكون درجات حرارة الجسم والخصى بحدها الأدنى، وتصل حدها الأدنى (بين الساعة 7 و 9 صباحاً) عندما تزداد درجات حرارة الجسم والخصى بسرعة.

شكل 17. مراحل تكوين النطف داخل خصى الطيور .



شكل 18. مراحل انقسام النطف داخل خصى الطيور .

الفصل الثالث

الجهاز التناسلي الأنثوي

الجهاز التناسلي الأنثوي Female Reproductive System

تكوين البويضات Oogenesis:

أشارت المصادر المختلفة إلى أن تكوين البويضات ovogenesis داخل مبيض الطيور (شكل 1) وتكوين النطف متماثلان من حيث إنهما يؤديان في النهاية إلى تكوين خلايا مختزلة غير إن تكوين البويضة يختلف في كونه يتميز بزيادة وليس فقدان البروتوبلازم كما هو الحال عند تكوين النطف وينتج أيضاً عن إنقسامات الإنضاج الخاصة بتكوين البويضات خلية مختزلة واحدة فقط مقارنةً بأربع خلايا تنتج عند تكوين النطف.

أمهات البويضات Oogonia:

منذ حوالي اليوم 14 من التطور الجنيني وحتى ما قبل الفقس بفترة قصيرة؛ تمر الخلايا الجرثومية الأنثوية المستمدة من الخلايا الجرثومية الأولية بسلسلة من الإنقسامات الخيطية المتتالية، وينتج عنها عدة ألاف من الخلايا البنات التي تسمى أمهات بويضات المبيض (شكل 2أ) ويبدو إن كل أمهات البويضات تتطور قبل الفقس ولا تتكون أي خلايا إضافية بعد الفقس.

البويضات الأولية Primary oocytes:

تكون أمهات البيض عند الفقس قد أكملت مسبقاً عدة مراحل من الطور الأبتدائي من الإنقسام الأختزالي الأول، وتعرف عندئذ بأسم البويضات الأولية ovocytes primaries (شكل 2ب). رغم ذلك فإن مرحلة التطور المحددة التي تكون فيها البويضات الأولية عند الفقس غير معروفة بصورة مؤكدة.

وتعرف مرحلة تطور البويضة الأولية أيضاً بأسم مرحلة النمو، وتتميز بتراكم الصفار vitellogenesis تمهيداً للإباضة فيما بعد. وعلى أية حال فإن نسبة صغيرة فقط من خلايا البيض تصل حجم الإباضة. ورغم أننا لا نستطيع تحديد مصير أي بويضة معينة إلا أن البعض أشار إلى إمكانية حدوث إنتخاب تفضيلي للخلايا التي تنمو وتتطور فيما بعد، وإن من الممكن أن تلعب التغذية العصبية للمبيض دوراً في عملية الإنتخاب، لقد وجد أن التسلسل الجريبي قد يتضمن بويضة أصغر بكثير عن ما كان يعتقد سابقاً وقد تتضمن بويضات يصل قطرها إلى مليمتر واحد وقد يكون هناك أيضاً دور لتحفيز البويضات التفاضلي بواسطة هرمونات النمو أو عوامل نمو على أساس الموقع النسبي من جريبات الإباضة الكبيرة في عملية الإنتخاب.

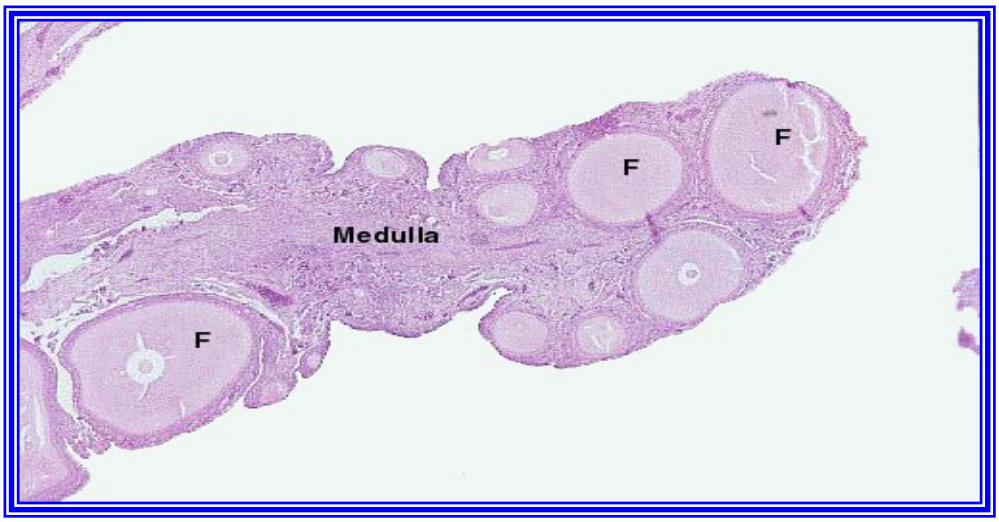
تصنع مكونات الصفار vitellus أساساً في الكبد تحت تأثير هرمون الاستروجين والتي تنقل إلى المبيض عبر جهاز الدوران وهناك تغادر مواد الصفار شعيرات الدم النهائية في الجريب وتدخل البويضة النامية (شكل 3) من خلال الاشتمال الخلوي endocytosis الذي يتوسطه المستقبل. لقد قسم

تكوين الصفار في الطيور بصورة عشوائية إلى مراحل نمو مختلفة ومن المعروف إن تكون الصفار في الدجاج يحدث في مراحل مختلفة تبدأ بمرحلة نمو بطيء إبتدائية يمكن إن تستمر شهوراً أو حتى أعواماً، ومرحلة نمو متوسط مدتها 60 يوماً تقريباً، ومرحلة نمو سريع تتميز بترسيب كثيف للصفار، وبحدوث الإنقسام الإختزالي الأول ويكون ترسيب الصفار خلال فترة النمو البطيء محدوداً ويتكون أساساً من دهون متعادلة. أما التغيرات النووية التي تحدث خلالها فلا أهمية مباشرة لها بالنسبة إلى تكوين الأمشاج. ويكون ترسيب الصفار خلال المرحلة الثانية أي المرحلة الوسطية، في شكل بروتين أساساً مع مقادير محدودة من الدهون. تظهر كريات صفار محددة في البداية في البويضات بقطر يبلغ 2.5 ملم تقريباً. ويتواصل النمو الجريبي حتى يبلغ القطر أربعة مليمترات تقريباً خلال المرحلة الوسطية. وتعتبر المرحلة الأخيرة، أي مرحلة النمو السريع ذات طول قصير نسبياً، ويعتمد طولها على نوع الطير. إن القيم المنشورة متباينة جداً وتبين أن مرحلة النمو السريع تتراوح بين 5 – 14 يوماً، و 11 – 15 يوماً و 5 – 7 يوماً في الدجاج والديك الرومي والسمان على التوالي. وعلى أي حال فقد وجد في دراسة شاملة تضمنت دجاج بلايموث روك بيضاء قزمة وطبيعية أن مرحلة النمو السريع ثابتة بدرجة كبيرة عند 5 – 7 ± 0.1 (متوسط ± خطأ قياسي) يوم، ويبدو أن تأثيرات درجة حرارة البيئة والتي يمكن إن تؤثر على نسبة إنسياب الدم المركزي: الطرفي لابد أن تؤخذ في الحسبان عند تحديد مرحلة النمو السريع عند تكوين البويضات.

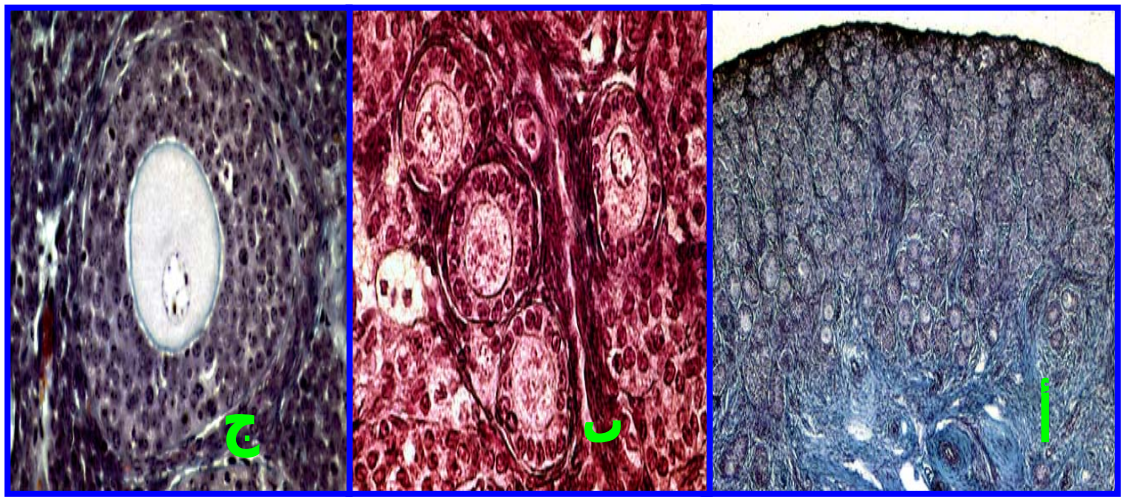
البويضات الثانوية Secondary oocytes:

يكتمل الإنقسام الأختزالي الأول للبويضة الأولية قبل عدة ساعات فقط من إباضة تلك البويضة، إلا أن من الممكن ملاحظة التغييرات النووية في البويضة الأولية قبل 24 ساعة تقريباً من حدوث الإنقسام الأختزالي الأول وتبدأ الحويصلة الجرثومية في الدجاج بالتحلل وتظهر معالم التجعد على الغشاء النووي، وتتطور في حمام الكولمبا "حلقة قطبية" واضحة حول الحويصلة الجرثومية.

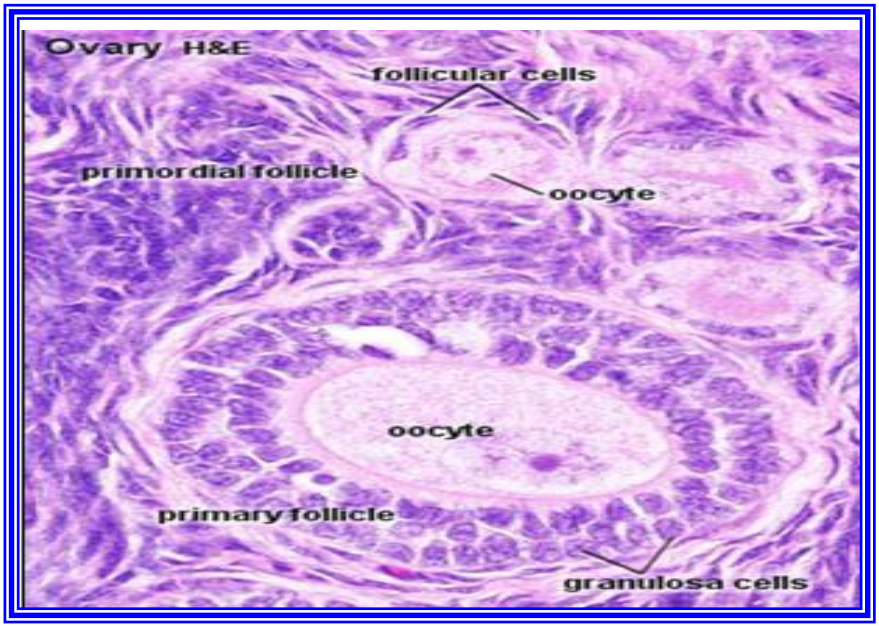
ويصبح الجسم القطبي الأول polocytes primarius بعد إنبثاقه مرئيـاً تحت طبقة الصفار lamina perivitellina مباشرة في شكل كرية بيضوية صغيرة تحتوي على كروماتين كثيف وقدر محدود من البلازما النووية وتبدأ خيوط المغزل الخاصة بالإنقسام الأختزالي الثاني بالتكون بعد إنبثاق الجسم القطبي الأول وبالتالي تكوين البويضة الثانويـة ovocytes secundarius بفترة وجيزة جداً (شكل 2ج). وعلى أية حال فإن الإنقسام الأختزالي الثاني يتقدم فقط حتى الطور الأستوائي، ويظل في هذا الطور حتى ما بعد الإباضة، يعتمد إكتمال الإنقسام الأختزالي على إختراق النطفة لغشاء البويضة cytolemma oocyti، وعموماً، لايحدث الإنقسام الأختزالي الثاني بغياب الإخصاب.



شكل 1. مقطع عرضي في مبيض الطيور ، F = الحويصلات المبيضية .



شكل 2، أ: الخلايا الجرثومية الأولية، ب، البويضات الأولية، و ج: البويضات الثانوية .



شكل 3. الحويصلات المبيضية .

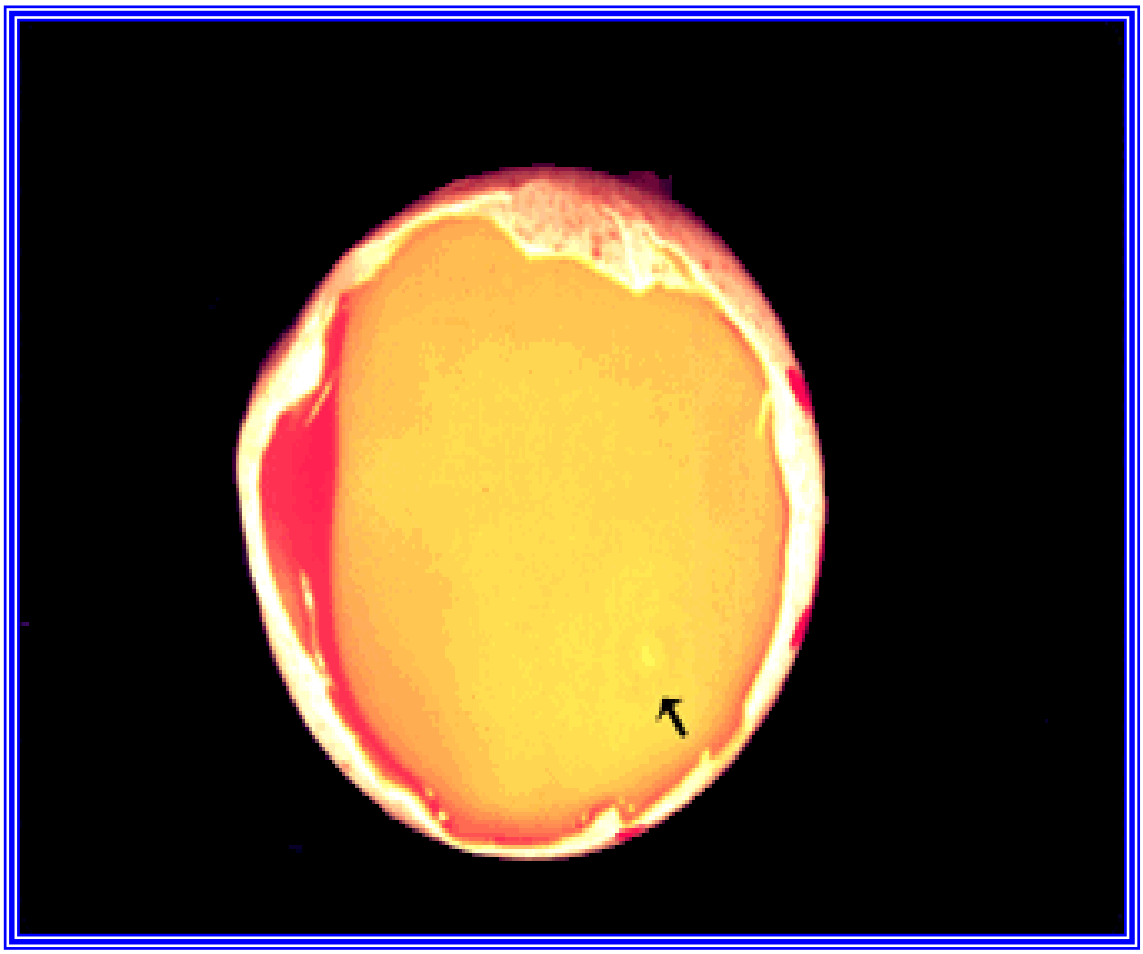
التوالد العذري Parthenogenesis:

يحدث التوالد العذري في مختلف أنواع الحيوانات الفقرية واللافقرية ويمكن إن يبدأ التطور الجنيني نتيجة لمنبهات اصطناعية فيزيائية أو كيميائية مما يشير إلى أن حافز التطور لا يرتبط بالضرورة بالنطفة، وإن البويضة نفسها قد تمتلك مثل هذه الإمكانية. ورغم إن الباحثين الأوائل اتفقوا عموماً إن تغيرات تشبه التطور العذري قد حدثت في القرص الجرثومي لبعض البيض غير المخصب، إلا أنهم اختلفوا فيما يتعلق بأسس مثل هذا التطور وأهميته وعلى أية حال فقد أصبح معروفاً الآن أن التطور العذري يحدث في كل من الدجاج والديك الرومي (الشكلين 4 و 5).

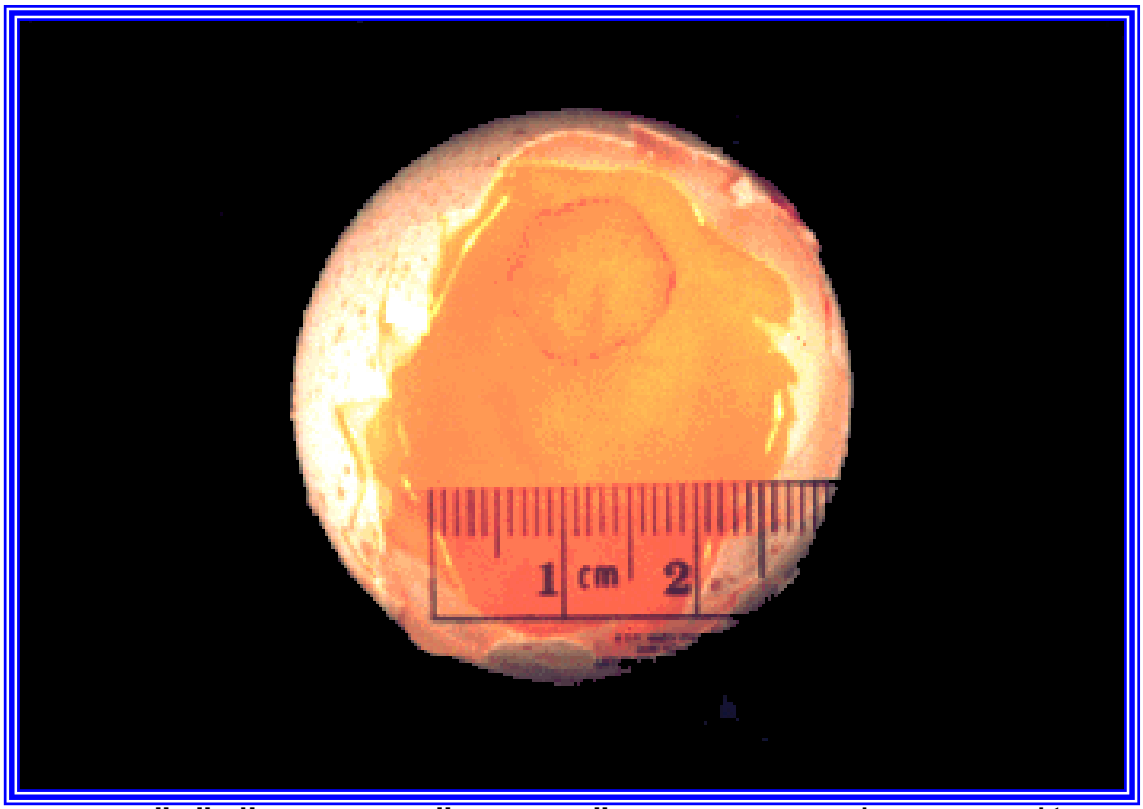
تفشل معظم نتاجات التوالد العذري في الفقس، ويبدو إن ذلك بسبب أن الإنقسامات الخلوية غير الطبيعية يمكن أن تعطى خلايا فردية أو رباعية أو مختلفة المجموعة الكروموسومية وبسبب كثرة تواجد الخلايا الجرثومية الميتة وشبه الميتة أما النتاجات العذريه التي تفقس تكون دائماً ذكوراً ثنائية المجموعة الكروموسومية وتشير الأدلة التجريبية إلى إن التطور العذري يبدأ في البويضات مفردة المجموعة الكروموسومية بحيث تتم إستعادة عدد الكروموسومات المزدوج بعد ذلك وبما أن نتاجات التوالد العذري تكون دائماً ذكوراً فلا يمكن إن تكون قد حدثت إعادة اتحاد بين بويضة ثانوية مفردة وجسم قطبي أول مفرد، لأن مثل إعادة الاتحاد هذه لا بد أن تنتج بعض الأناث كنتاجات للتوالد العذري. أقترح بعض الباحثين، حدوث كبت لإنبثاق الجسم القطبي الثاني، أو دخول الجسم القطبي الثاني مرة أخرى في البويضة حديثة التكوين كتفسير منطقي لإستعادة حالة ثنائية المجموعة الكروموسومية. كما أشرنا سابقاً، يمكن إن تسبب المنبهات الخارجية أحياناً إبتداء التطور العذري، وقد ذُكر أن التطعيم ضد جدري الطيور يزيد من حالات حدوث التطور العذري في كل من بيض الدجاج والديك الرومي. كذلك زاد إنتشار الورم اللمفي المعوي من معدل التطور العذري في بيض الدجاج.

قناة البيض اليمنى The right oviduct:

تبقى قناة البيض اليسرى oviductus sinister وحدها كعضو فعال في معظم أنواع الطيور، وتتدهور قناة البيض اليمنى Oviductus dexter لتصبح عضواً أثرياً غير فعـال يبقى مرتبطاً بالمجمع. وكثيراً ما يمتلئ هذا العضو الأثري بالسائل المستمد من البلازما وفي بعض الأحيان يصبح العضو الأثري ضخماً جداً ويحتل جزء كبيراً من التجويف البطني. ودرس أحد الباحثين الحالة الشاذة لوجود قناتي البيض في الطير البالغ ووجد أن توريث تطور قناة البيض اليمنى يخضع لجين واحد، فالدجاجات المتماثلات للجين السائد Ro كانت ذوات قناة بيض يمنى تامة التطور، بينما كانت غير المتماثلات ذوات قنوات بيض يمنى متحوصلة وكبيرة نسبياً. أما الطيور المتماثلة للجين ro^+ فهي تمتلك عادة بقايا قناة بيض صغيرة غير متحوصلة. ورغم تحكم جين مفرد في هذه الصفة، فأن وجود قناتي بيض فاعلتين نادر في الدجاج، وكذلك يندر وجود أثار قناة بيض يمنى في الطيور البرية.



شكل 4. بيضة أنثى رومي غير مخصبة .



شكل 5. حدوث تطور جنيني في بيضة الرومي غير المخصبة نتيجة للتوالد العذري .

قناة البيض اليسرى The left oviduct:

من المعروف عموماً أن قناة البيض البيض اليسرى في الدجاجة تتكون من خمس مناطق وظيفية، وإذا تقدمنا من الرأس إلى الذيل نتعرف على المناطق التالية: القمع، المعظم، البرزخ، الرحم، والمهبل (شكل 7)، وقد تعرف بعض الباحثين على منطقة سادسة مميزة، مفضلين أن يقسم الرحم (القشرة) إلى غدة قشرة أنبوبية وكيس غدة القشرة.

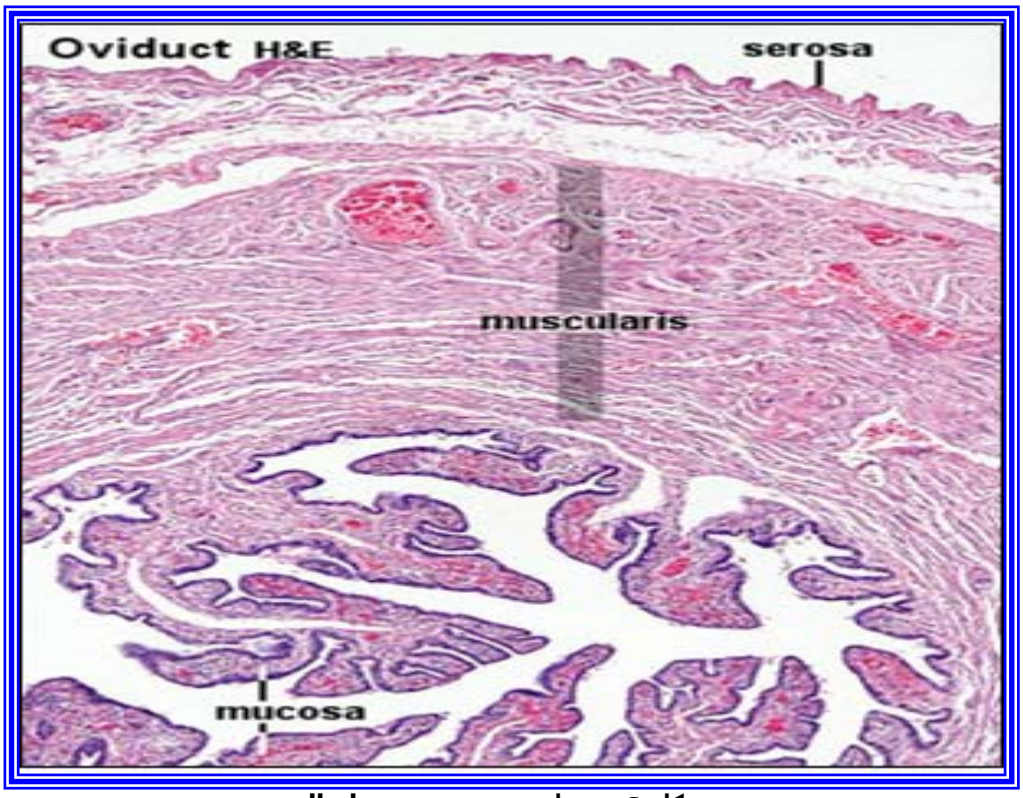
وتمتلك جدران قناة البيض نفس التركيب الأساسي على طول امتدادها، حيث تتكون من الطبقات التالية: الظهارة السطحية، الصفيحة الذاتية lamina propria، النسيج الضام الداخلي، العضلة الدائرية، النسيج الضام الخارجي، العضلة الطولية، والمصلية serosa (شكل 6). وتتكون الظهارة السطحية على طول القناة كلها من تجمع خلايا هدبية وخلايا غدية أحادية وتختلف نسب هذه الخلايا تبعاً لإختلاف المنطقة المعينة في قناة البيض. وبالإضافة إلى الغدد الأحادية الخلية يوجد أيضاً نوعان من الغدد عديدة الخلايا هما الغدد الأنبوبية، والأخاديد الغدية وتوجد الغدد الأنبوبية على طول قناة البيض بإستثناء مقدمة القمع (موقع الإخصاب)، ومؤخرة المهبل بإتجاه الذيل وينحصر وجود الأخاديد الغدية في القمع. هذا وتوجد عند الاتصال بين القمع والمعظم وبين الرحم والمهبل تراكيب أنبوبية أو ما يسمى بأعشاش النطف fossae glandlulares infundibuli والغدد الخازنة للنطف fossulae spermaticae على التوالي وتقوم النبيبات في كل من هاتين المنطقتين بوظيفة تخزين النطف.

القمع Infunidibulum:

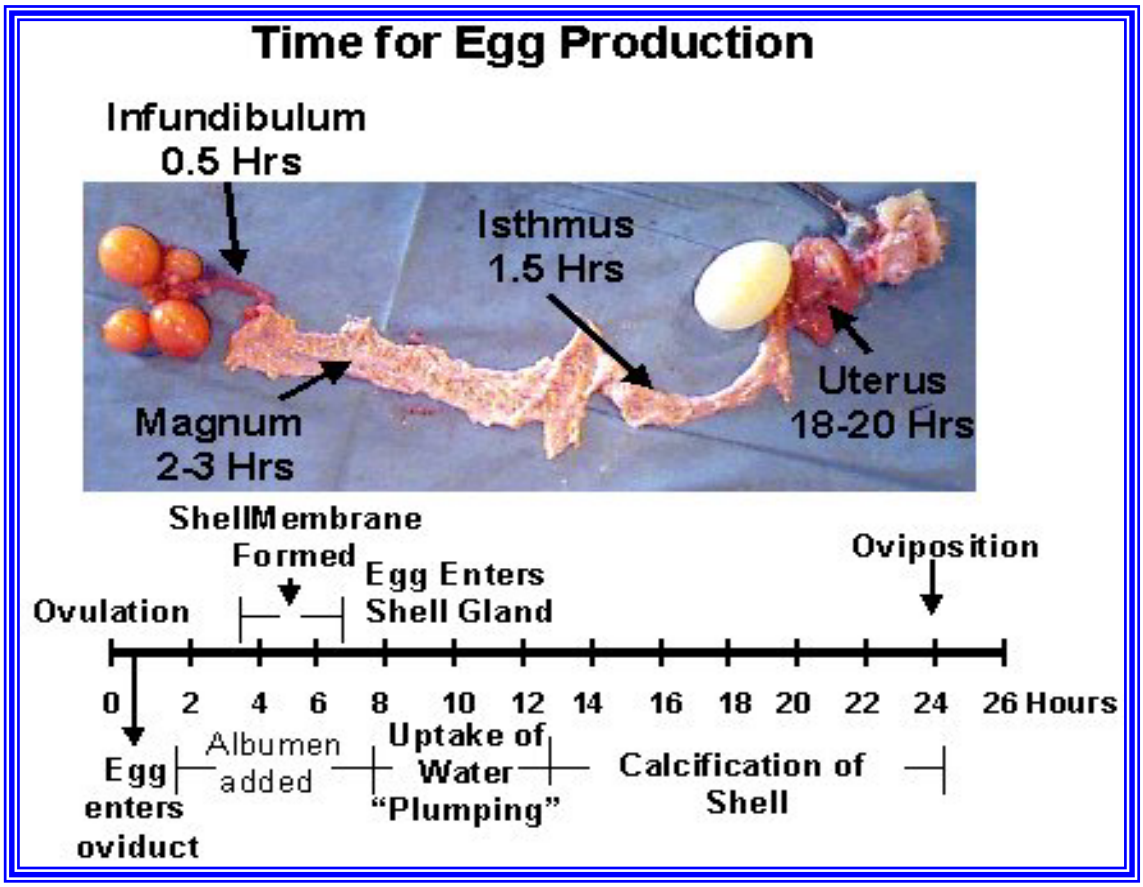
يتكون القمع من منطقتين متمايزتين، إحداهما منطقة قمع خملية رقيقة الجدران نسبياً fimbriae infundibularis وهي تقوم بإلتقاف البويضة المحررة(الأشكال 8 و 9 و 12)، وقمع أنبوبي tubus infundibularis سميك الجدران ويحتوي على غدد أنبوبية glandulae tubi infundibularis ويتم ترسيب طبقات ثانوية من غشاء الصفار الكلي في القمع كما هو الحال بالنسبة للألبومين في الدجاج. على أية حال يحدث الإخصاب في القمع الأمامي الخالي من الغدد قبل ترسيب الألبومين، وتقضي البيضة 15 – 30 دقيقة تقريباً في القمع.

المعظم Magnum:

إن المعظم هو موقع إفراز الألبومين وهو أكبر أجزاء قناة البيض، ويبدو إن التحفيز الميكانيكي لمرور البيضة يسبب إفراز الألبومين، وتم التعرف على أنواع مختلفة من الخلايا الإفرازية (الشكلين 10 و 13) لكن محاولات نسبة إفراز بروتين محدد لنوع معين من الخلايا كانت ناجحة جزئياً فقط. وتبقى البويضة في المعظم لفترة 3 ساعات تقريباً.



شكل 6. مقطع عرضي في قناة البيض.



شكل 7. وظائف اجزاء قناة البيض والوقت الذي تقضيه البيضة في كل جزء من هذه الاجزاء.

البرزخ Isthmus:

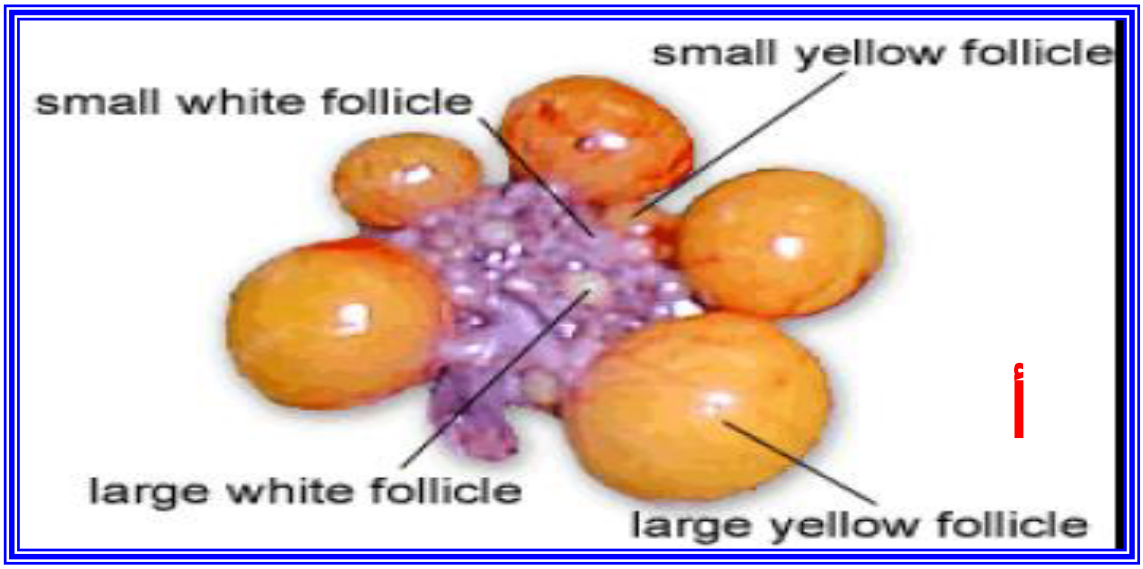
يوجد خط فاصل (1 – 3 ملم) غير غدي وشفاف Pars transluens isthmi بين المعظم والبرزخ (شكل 11) وقد عرف منذ زمن طويل أن البرزخ نفسه يتكون من منطقتين على أساس مظهره الفيزيائي العياني. وقسم البرزخ إلى منطقتين دانية وقاصية على أساس نوع الخلايا الإفرازية ويحتوي البرزخ الأدنى على الغدد الأنبوبية glandulae isthmi التي تحتوي على تراكمات كثيفة نسبياً من الحبيبات كثيفة الإلكترونات، بينما تحتوي غدد البرزخ الأقصى على حبيبات قليلة من هذا النوع (شكل 14). ويتخذ البرزخ الأقصى أيضاً لوناً محمراً خلال فترات الإحتقان الوعائي المرتبط بنقل الكالسيوم وبالتالي أطلقت عليه تسمية البرزخ الأحمر. لقد أصبح مقبولاً الآن، على أساس الأدلة النسيجية إن ما يسمى بالبرزخ الأحمر هو في الواقع نسيج رحمي وليس نسيجاً برزخياً وقد أقترح البعض أن يشار إلى البرزخ الأحمر بأسم غدة القشرة الأنبوبية لتوضيح مساهمته في عملية تكلس القشرة. تحتاج البويضة إلى حوالي 1.5 ساعة لتمر عبر البرزخ.

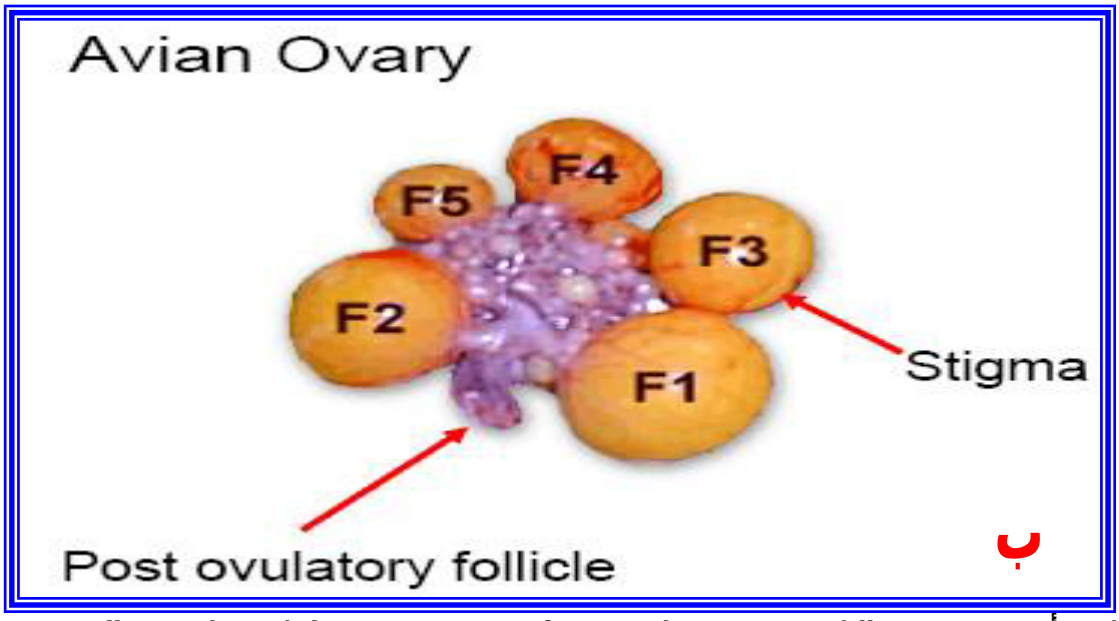
تصنع الغدد الأنبوبية في البرزخ الأدنى غشائي قشرة البيضة membrane testae interna and externa اللذين يتكونان من إلياف بروتينية. تمر الإفرازات من خلايا الغدد الأنبوبية إلى قمة هذه الغدد حيث تتجمع وتصبح ذات طبيعة ليفية قبل إن تمر إلى داخل البرزخ وتمتلك الألياف جوفاً داخلياً كثيف الإلكترونات وغلافاً محيطاً أقل كثافة.

لقد عرف أن طبقة الجزء الداخلي للقشرة (الألباب الحليمية) mammilary cores هي مراكز لتكوين بلورات الكالسيوم. وعلى أية حال فإن أصل الألباب الحليمية غير معروف بصورة مؤكدة وقد أقترح البعض إن أصلها يعود إلى البرزخ أو إلى المنطقة الحمراء وأياً كان أصلها فمن المعروف إن تجانس الجوف، وكثافة وشكل الألباب الحليمية تؤثر جمعياً على نوعية قشرة البيضة ويتم ترسيب بقية مناطق القشرة العضوية خلال وجود البيضة في الرحم. ويظهر أن ابتداء الترسيب المعدني لقشرة البيضة يحدث أيضاً في البرزخ الأقصى، إلا أن الترسيبات المعدنية المحدودة التي توجد على أغشية قشرة البيض المأخوذ من البرزخ تكون في صورة مختلفة عن كربونات الكالسيوم الشائعة في قشور البيض. لذا فإن الرحم يعتبر منطقة نمو البلورات المعدنية وليس موضع ابتداء ترسيب البلورات.

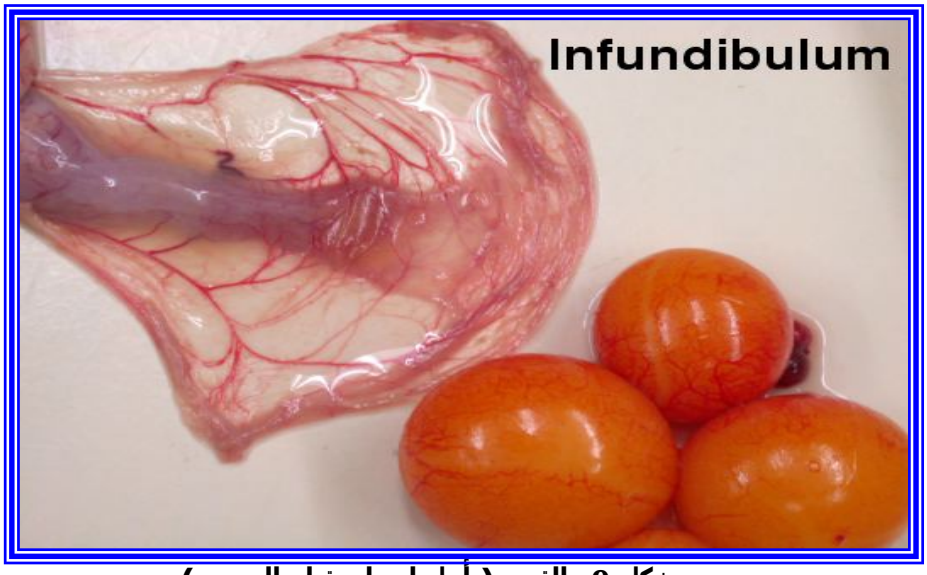
الرحم Uterus:

كما أشرنا من قبل، يتكون الرحم من قطعتين، قطعة رأسية أنبوبية قصيرة Pars cranialis uteri وقطعة ذيلية شبيهة بالكيس pars major uteri (الشكلين 11 و 15) ورغم الأقتراحات والميل إلى إستخدام مصطلح غدة القشرة الذي يصف الوظيفة فإن بعض الباحثيين يفضل مصطلح الرحم، إذ أنه ظل مستخدماً في تشريح الدواجن لأكثر من 150 عاماً.

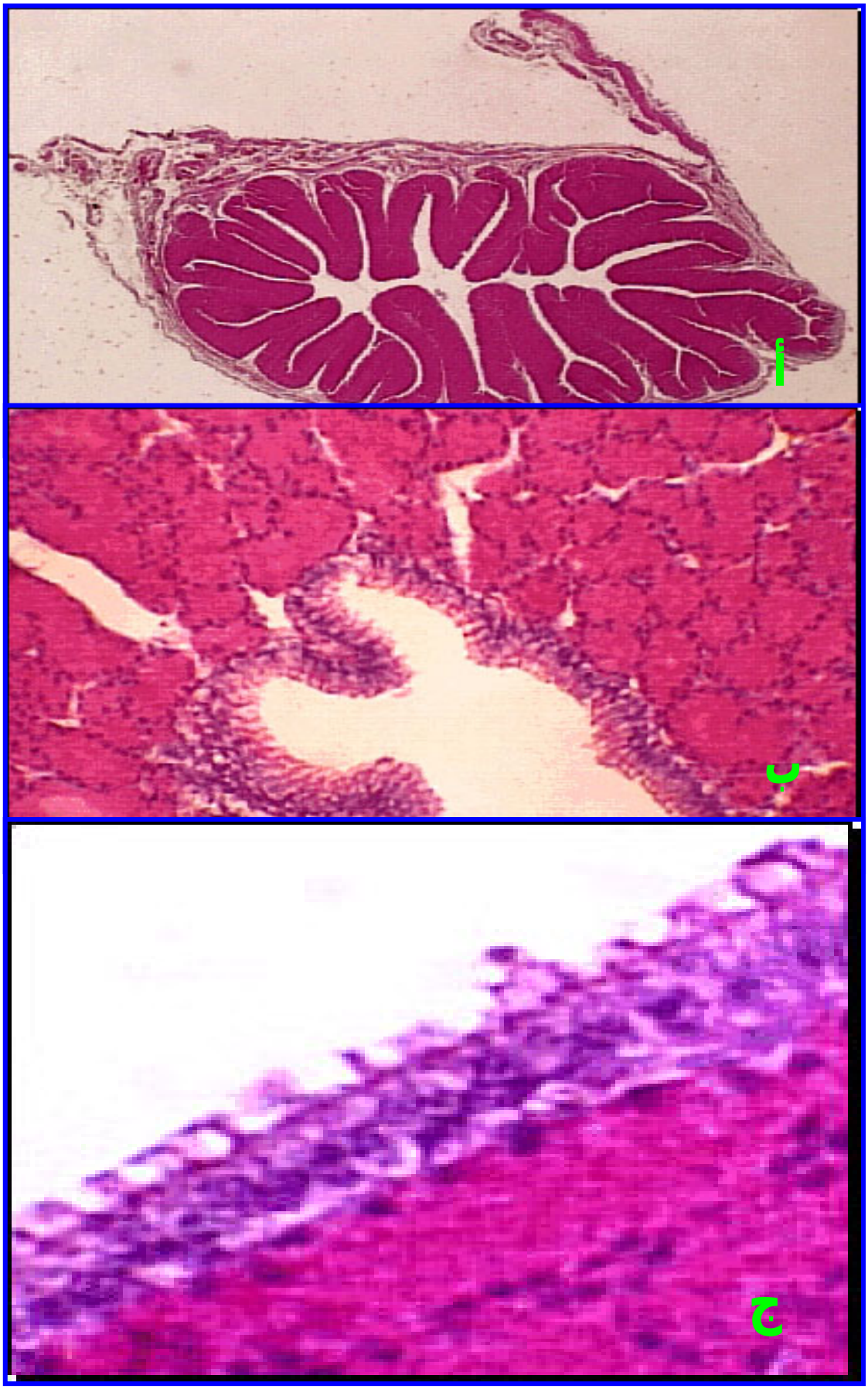




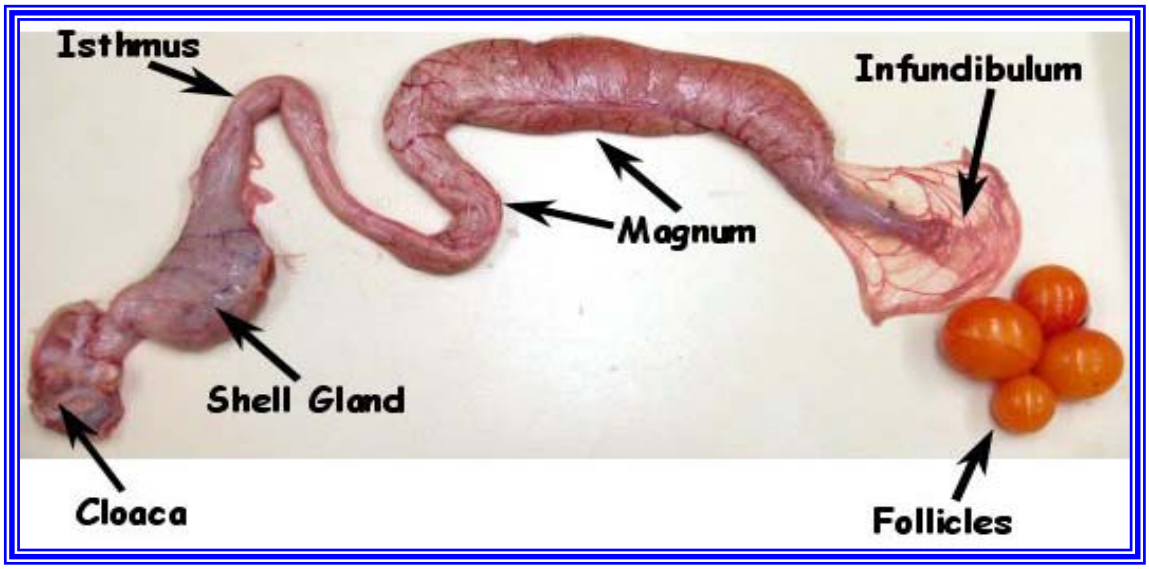
شكل 8 أ و ب. مبيض الطيور يحتوي على حويصلات مبيضية في مراحل مختلفة من النمو.



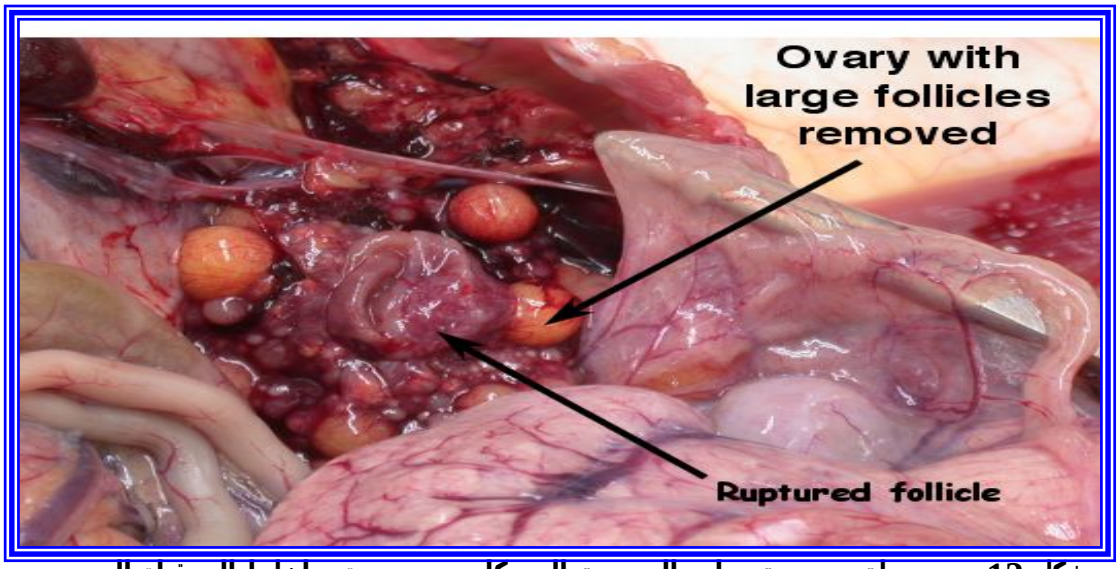
شكل 9. القمع (أول اجزاء قناة البيض) .



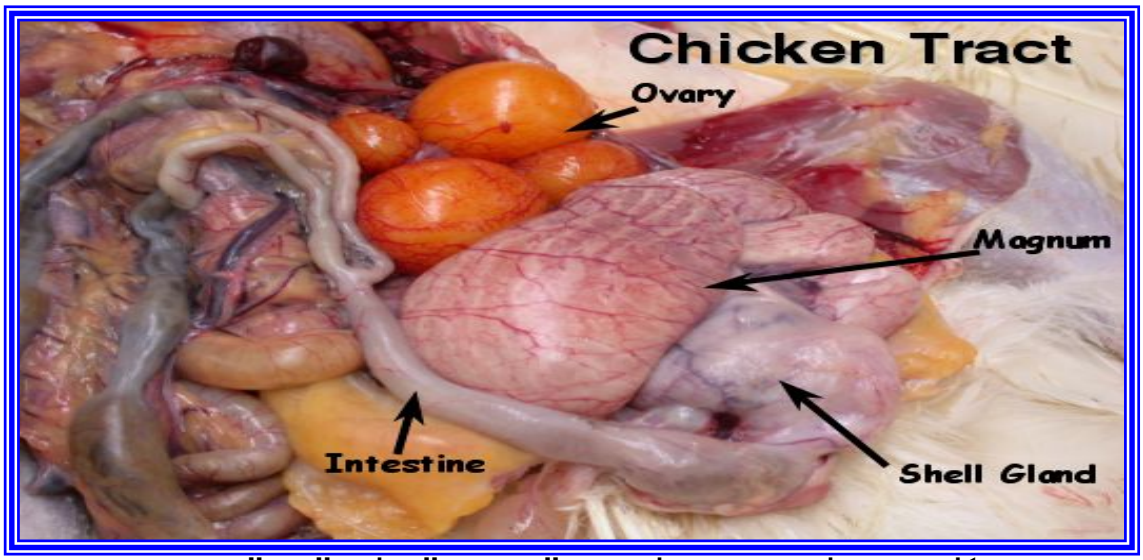
شكل 10 أ و ب و ج. مقاطع عرضية في معظم الطيور.



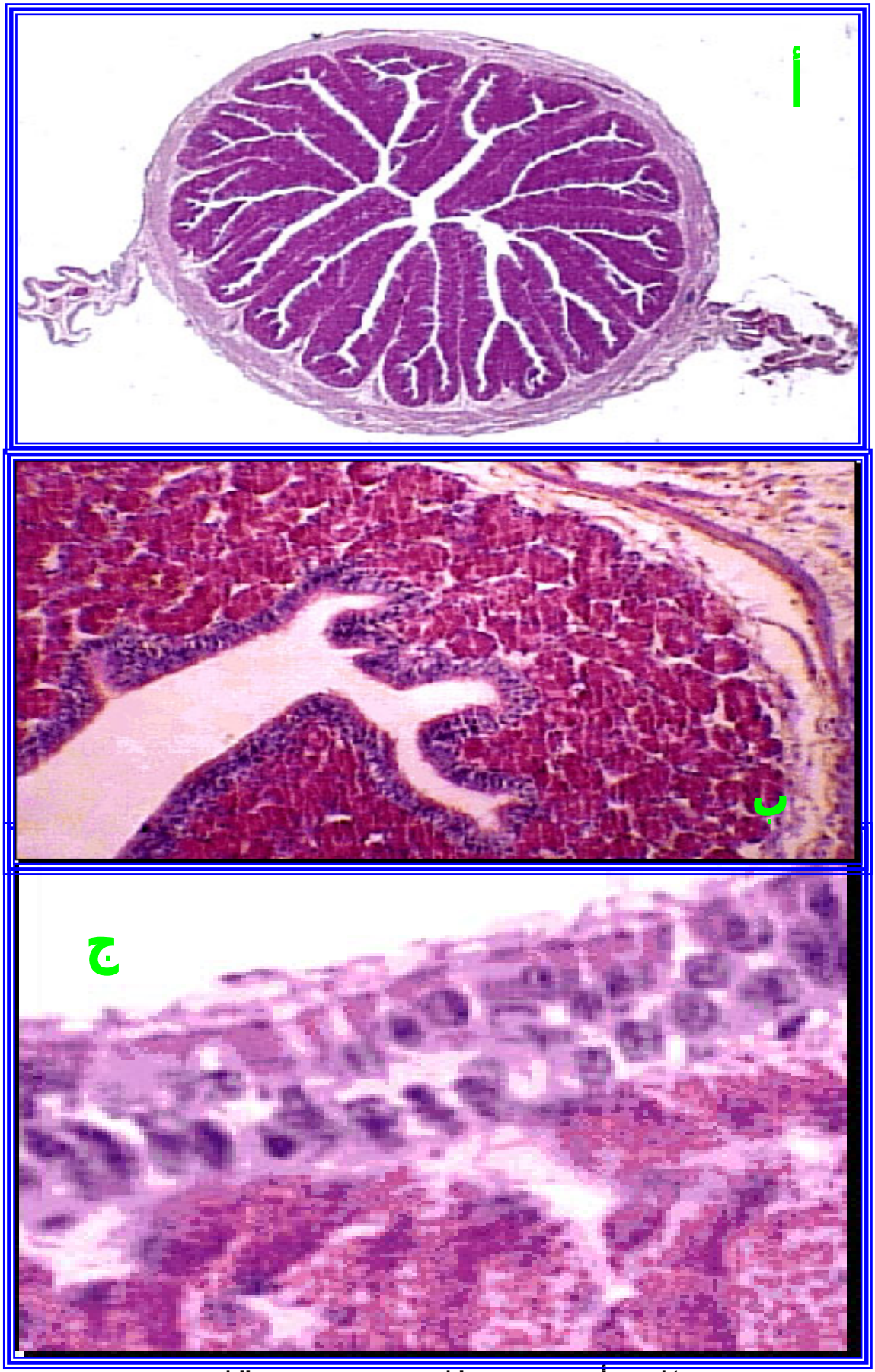
شكل 11. اجزاء الجهاز التناسلي الأنثوي للطيور .



شكل 12. حويصلة مبيضية نزلت البويضة التي كانت موجودة بداخلها الى قناة البيض .



شكل 13. مقطع تشريحي يظهر فيه المبيض والمعظم والغدة القشرية .



شكل 14 أ و ب و ج. مقاطع عرضية في برزخ الطيور.

يضاف الماء والأملاح (الامتلاء) إلى الألبومين قبل أن تتكلس البيضة المتطورة، وهي عملية تحتاج إلى ست ساعات تقريباً. بعد ذلك يتم ترسيب القشرة الكلسية testa (95% كربونات كالسيوم، 5% مواد عضوية) خلال الـ 15 ساعة التالية في الكيس الرحمي. تبلغ الفترة الزمنية الكلية التي تقضيها البيضة في الرحم 20 – 22 ساعة.

ويحدث تلوين القشرة في الرحم أيضاً، وصبغة القشرة عبارة عن معقد عديد البلورات وتعتبر أصباغ البيض الأحمر – البني ooporphyrin والأزرق – الأخضر oocyan في الغالب من أصباغ البروتوبورفيرين – IX والبيلفيردين – IX على التوالي. ويمكن أن ترسب صبغة القشرة إما كطبقة سطحية، تكون عموماً مبقعة المظهر، أو كلون خلفية متجانس يتواجد عبر طبقة عمودية في القشرة كلها، ويوجد جزء مهم من الصبغة في البيض البني الذي ينتجه الدجاج الداجن في الكيوتكل.

وتترسب الطبقة القشرية البروتينية (الكيوتكل) cuticula على سطح البيضة قبل وضع البيض مباشرة. لا يزال المنبه الذي يجعل الرحم يتحول من عملية التكلس إلى إفراز المادة القشرية البروتينية غير معروف. ويعمل الكيوتكل على حماية البيضة من الغزو الميكروبي، ويؤثر على توصيل بخار الماء في قشور بعض أنواع الطيور وليس كلها، ولا يؤثر الكيوتكل على قوة قشرة البيضة. ويوضح شكل (17) التركيب النسيجي الدقيق لرحم الطيور.

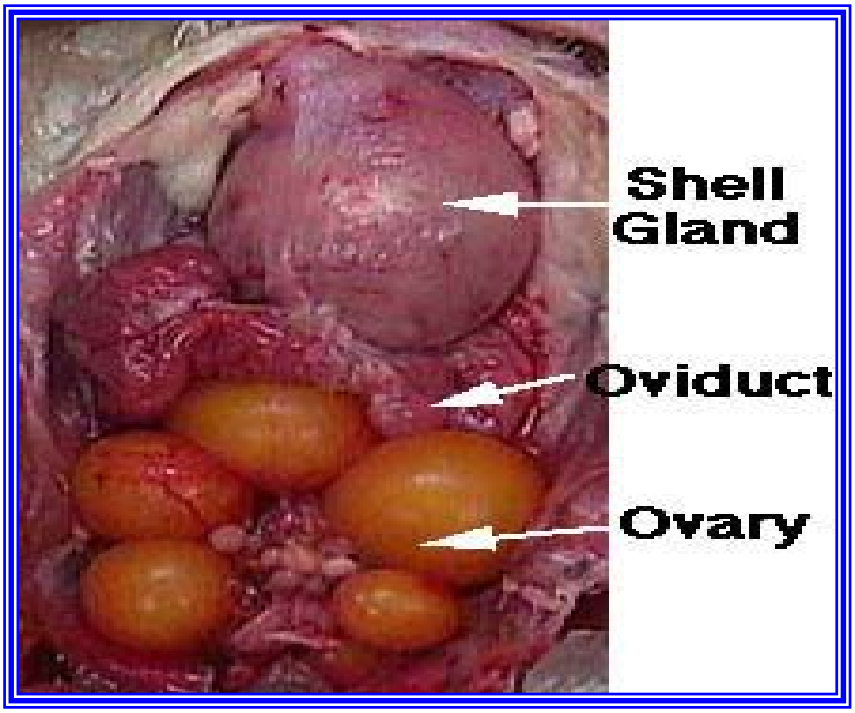
المهبل Vagina:

بإستثناء الغدد التي تأوي النطف والتي تقع في الجانب الرأسي من المهبل فإن هذا الجزء من قناة البيض خالٍ من الغدد الأنبوبية الإفرازية. لكن توجد خلايا إفرازية ظهارية مهدبة وغير مهدبة، والأخيرة هي مصدر عديدات السكريات الحامضية التي توجد في المهبل (الشكلين 16 و 18).

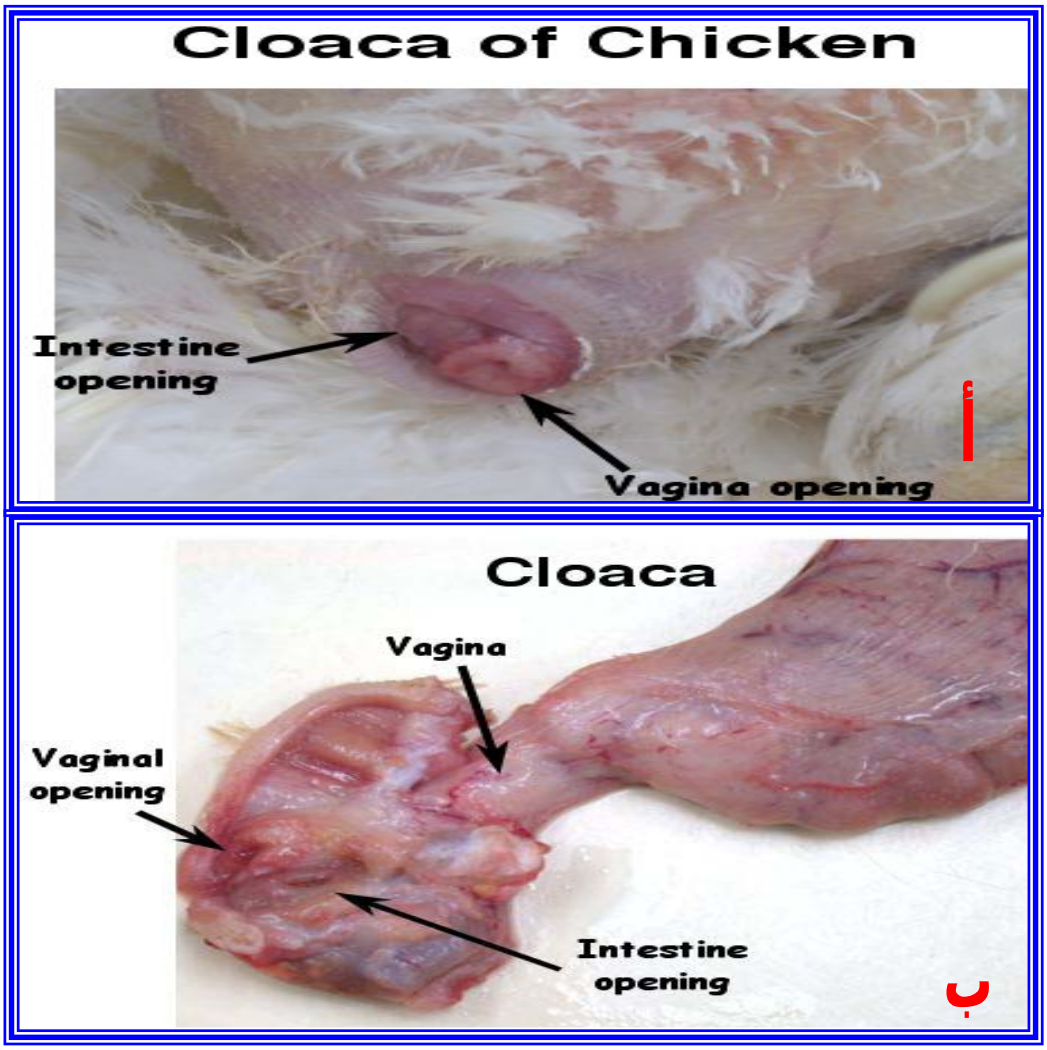
دورة الإباضة – وضع البيض Ovulation – oviposition cycle:

لقد تم تحديد الفترة الزمنية بين وضع البيض والإباضة، والوقت الذي تقضيه كتلة من البيض في كل جزء من قناة البيض في أنواع الطيور الدجاجية وأوضحت هذه الدراسات أن الوقت الذي تقضيه كتلة البيض في كل جزء من قناة البيض، والزمن الكلي الذي تقضيه في قناة البيض والفترة بين كل وضع للبيضة والإباضة التالية متساوية بدرجة كبيرة بين أنواع الطيور (شكل 7).

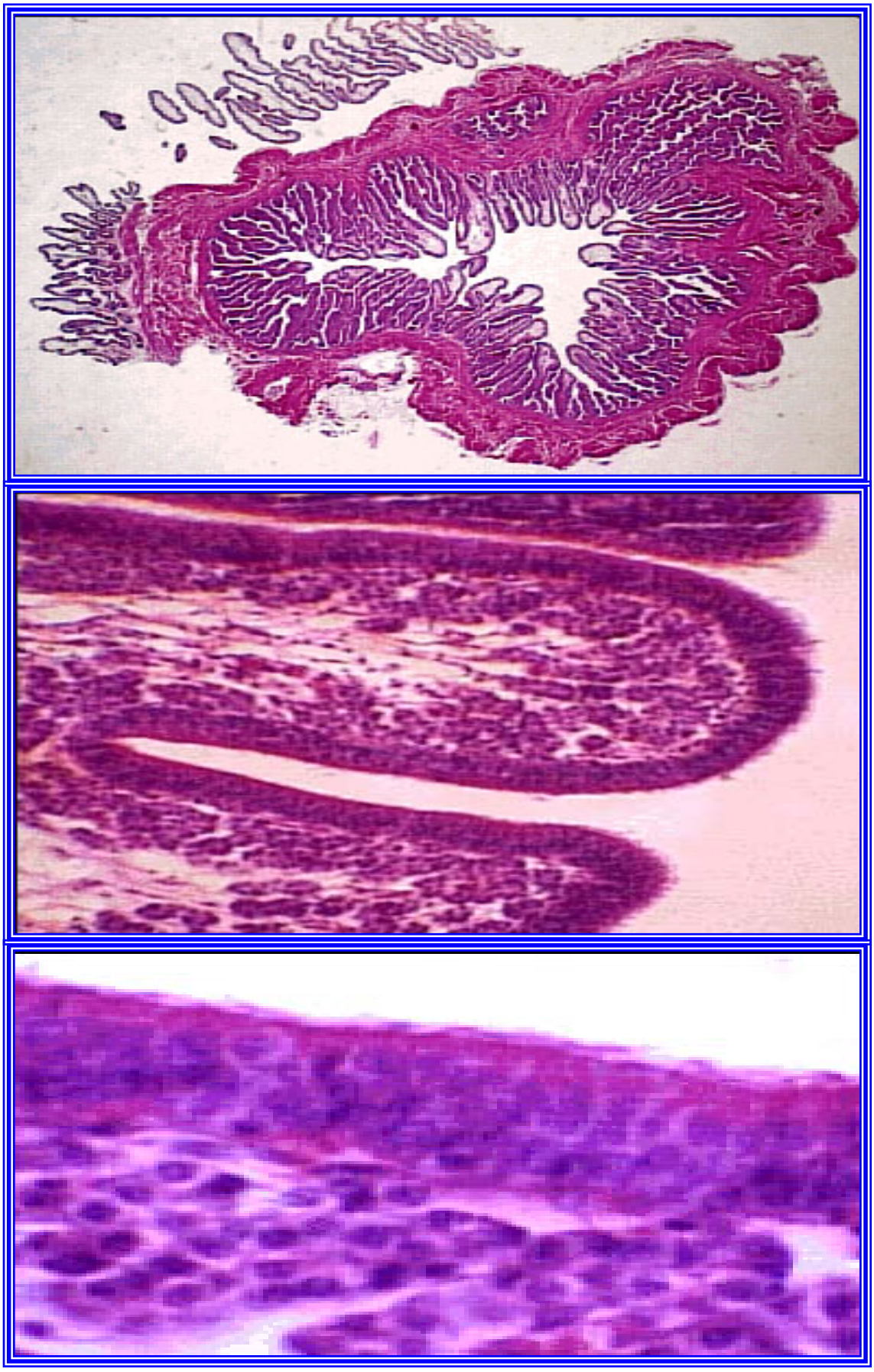
رغم أوجه الشبه هذه بالنسبة إلى طول دورة الإباضة ووضع البيض فهناك إختلافات واضحة في أنماط وضع البيض ويعود ذلك إلى كون إشارة إفراز الـ LH السابق للإباضة في نظام الضوء الذي يبلغ طوله 14 ساعة يومياً مرتبطة ببدء الفترة المعتمة Scotophase في الدجاج والأوز وهذا صحـ ـ ـ ـ ـيح كـ ـ ـ ـ ـ ـذلك في الغالـ ـ ـ ـ ـ ـب فـ ـ ـ ـ ـ ـي الـ ـ ـ ـديك الرومـ ـ ـ ـي،



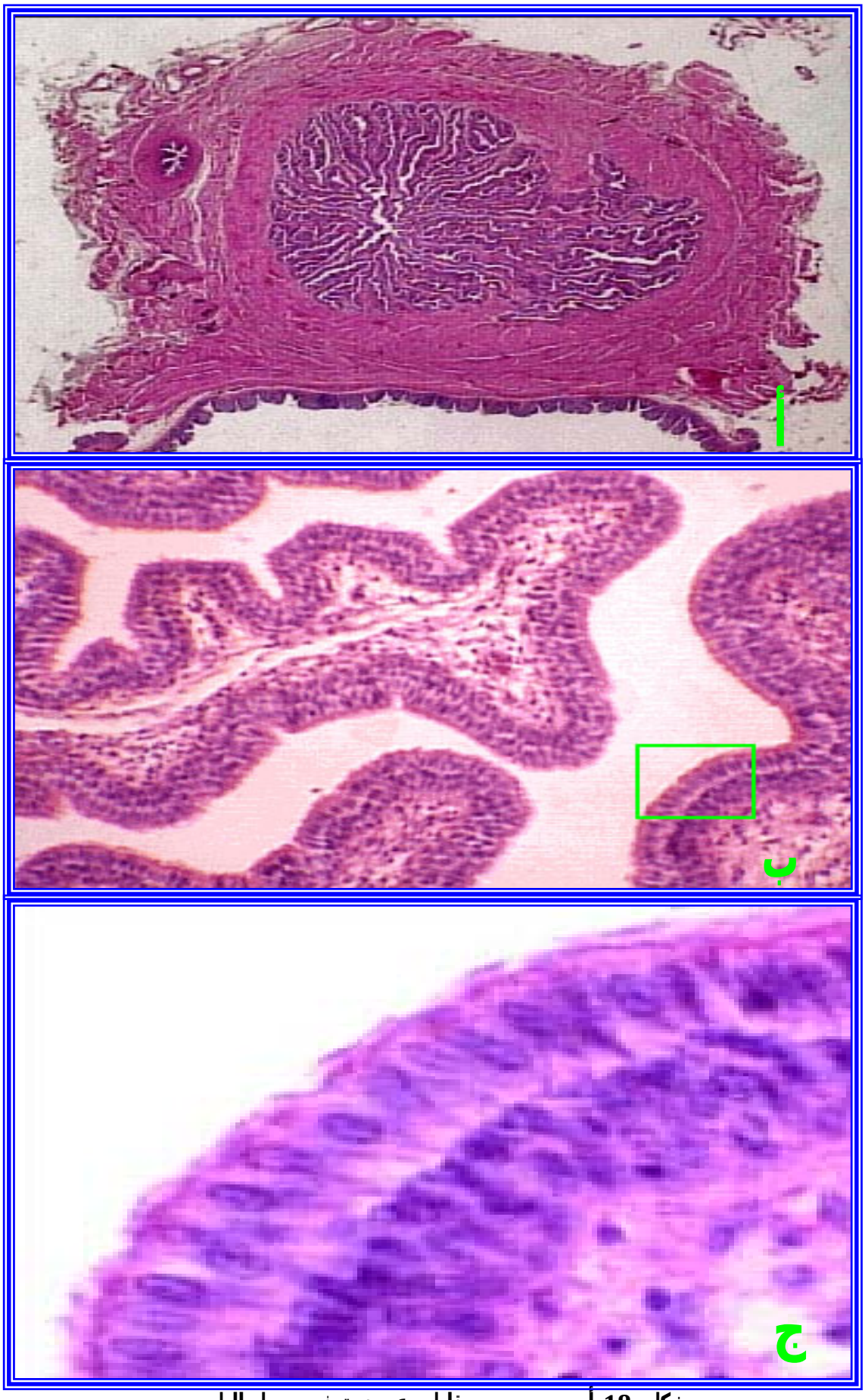
شكل 15. مقطع تشريحي يظهر فية الغدة القشرية حاوية على بيضة كاملة التكوين.



شكل 16 أ و ب. مقاطع تشريحية يظهر فيها المهبل وفتحتي المهبل والقناة الهضمية .



شكل 17 أ و ب و ج. مقاطع عرضية في رحم الطيور .



شكل 18 أ و ب و ج. مقاطع عرضية في مهبل الطيور.

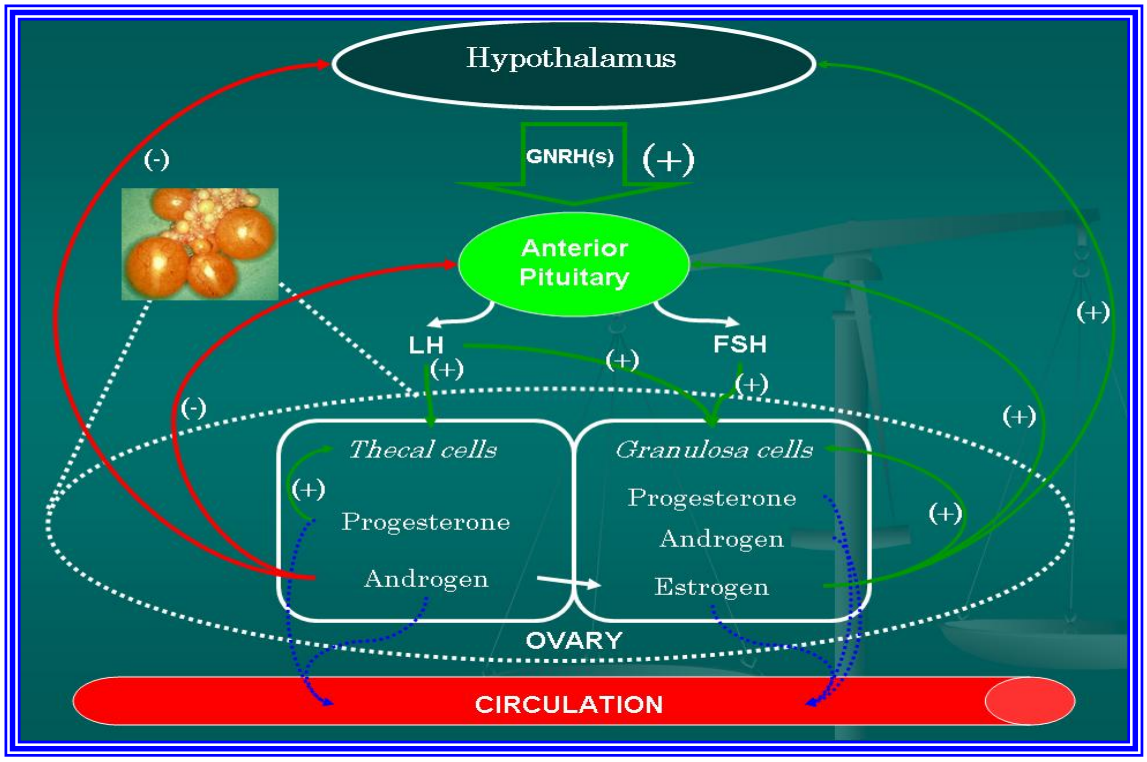
وهي مرتبطة ببدء الفترة الضوئية photophase في السمان. ورغم ذلك يبدو أن إفراز الـ LH السابق للإباضة أو ما يسمى بالفترة المفتوحة open period يخضع في الأساس لتحكم النظام اليومي Circadian للطير (الشكلين 19 و 20) ويمكن تقديم الفترة المفتوحة باستخدام دورات إضاءة أطول من 24 ساعة، وتأخيرها بإستخدام دورات تقل عن 24 ساعة وتحدث الفترة الخالية خلال الفترة المعتمة فقط في دورات الإضاءة التي يبلغ طولها 24 ساعة (14 ضوء : 10 ظلام).

الإباضة Ovulation:

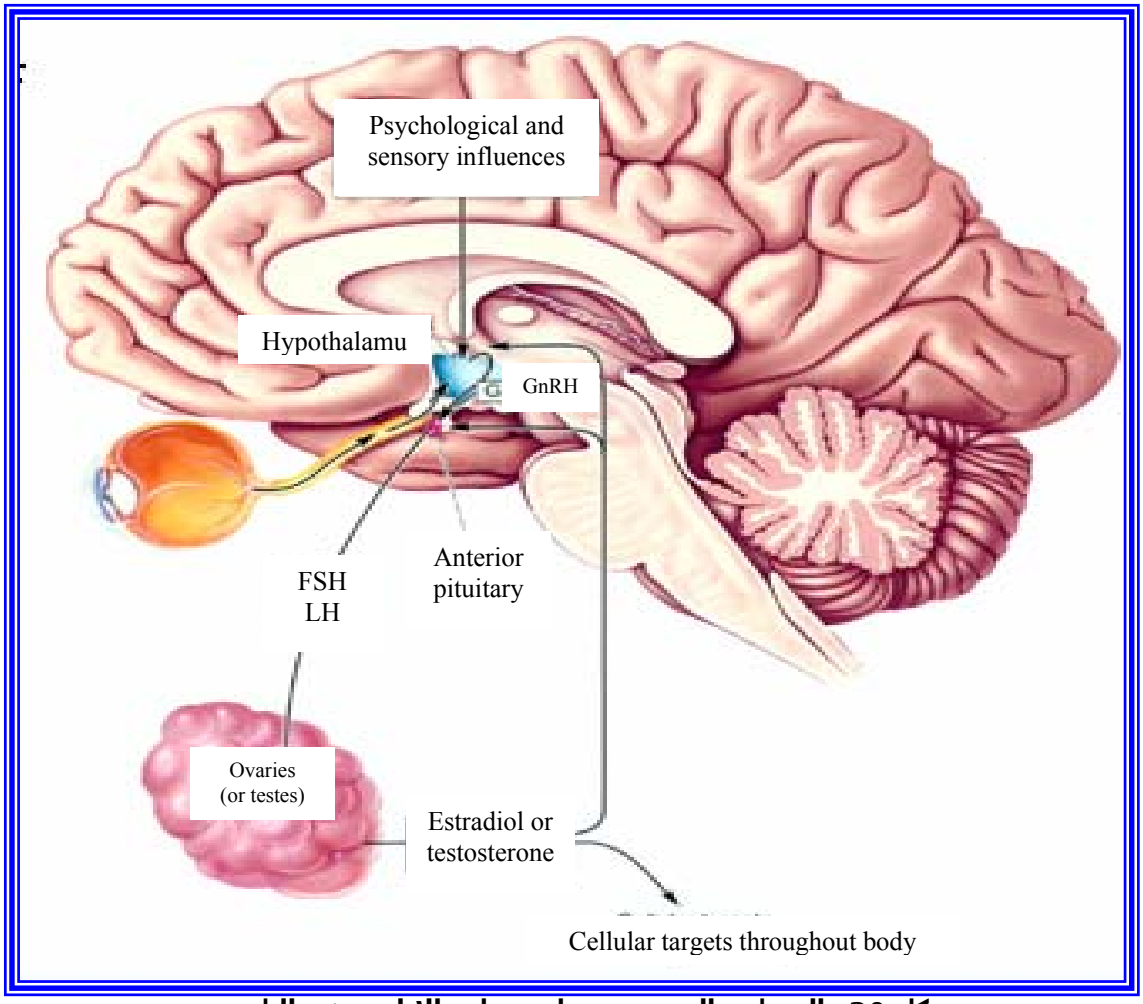
لا تزال الآلية المحددة للإباضة في الطيور غير معروفة بالكامل، يتكون جدار الجريب في منطقة الوصمة الستكما stigma folliculare أساساً من نسيج كولاجيني من القراب الخارجي theca externa ولا يوجد به غلاف النسيج الضام الذي يوجد في بقية الجريب. بالإضافة إلى ذلك تقع الألياف الكولاجينية موازية للمحور الطولي للستكما وبذلك تشكل قوة التوتر الجانبية التي تسهل الفصل نسبياً بين ألياف النسيج الضام كما يحدث خلال الإباضة وتداخل الألياف الكولاجينية مع بعضها البعض عشوائياً في المناطق الواقعة خارج الستكما، وبالتالي توفر مادة أساس ذات قوة توتر أعلى (شكل 21).

تتفكك الألياف الكولاجينية المكونة للقراب الخارجي قبل الإباضة مباشرة وتصبح شبكة متباعدة وتظهر شواهد تحال ذاتي على الخلايا الحبيبية التحتية Cellulae strati granulosi، وعندئذ تعمل إنزيمات تحال البروتين المنبثقة وإنزيم هضم البروتين الحامضي، والكولاجينيز Collagenase لتحال ألياف الكولاجين المحدودة في منطقة الستكما، مما يؤدي إلى تخفيض قوتها التوترية المحدودة بدرجة أكبر، وهذا يقود إلى إنفجار الستكما والإباضة.

وأثبت مؤخراً وجود منشط مولد البلازمين في الخلايا الحبيبية المأخوذة من جريبات جيل النسل الأول للدجاج. يقوم منشط مولد البلازمين بتحويل طليعة إنزيم الكولاجينيز إلى إنزيم الكولاجينيز النشط. إن إنفجار الجريب والإباضة في الثدييات يرتبطان بمنشط مولد البلازمين ومولد البلازمين. وبما إن الـ LH والبروجسترون والتستستيرون تثبط فعالية منشط مولد البلازمين في جريبات الدجاجة، وأن البروستاكلاندينات PGE و PGE_2 تحفز هذه الفعالية، فقد خمن البعض أن التفاعلات بين هذه الهرمونات قد توفر ألية تحكم لضمان حصر الإباضة في فترة زمنية محددة، ورغم ذلك فمن الصعب التوفيق بين هذه النتائج والنتائج المختبرية المتحصل عليها من مبايض دجاج داجن. وقد وجد أن كلاً من الـ LH والبروجسترون تسبب الإباضة بعد أربع ساعات من إعطائها، وأن إضافة منشط تخليق الستيرويد منع الإباضة المحفزة بمنشطات المناسل، وأقترح إن الهرمونات الستيرويدية ضرورية لعملية الإضافة وأن البروجسترون المرتفع والذي يكون ناتجاً عن تحفيز الـ LH قد يؤثر مباشرة على الجريب ليسبب الإباضة.



شكل19. ميكانيكيات التغذية العكسية المسيطرة على عمل ووظيفة المبيض في الطيور .



شكل 20. السيطرة الهرمونية على عملية الاباضة في الطيور .

وضع البيض Oviposition:

خلال سلسلة وضع البيض تجبر انقباضات العضلات الرحمية البيضة على المرور عبر المصرة العضلية الرحمية المرتخية musculus sphincter vaginae إلى داخل المهبل ويؤدي التمدد الناتج في جدار المهبل إلى إبتداء ما يسمى "منعكس التوجه إلى أسفل" bearing down reflex. وتتضمن خصائص هذا المنعكس تعديلات لوضعية الجسم لتسهيل وضع البيض، وزيادة إنقباض العضلات الهيكلية، وزيادة الضغط داخل البطن. نتيجة لذلك تجبر البيضة على المرور من المهبل عبر المجمع ويتم وضع البيضة (شكل 22) ويمكن أن يحدث وضع البيض في غياب منعكس الإتجاه إلى أسفل لكنه يتأخر، كما أن المهبل في حد ذاته لا يستطيع إخراج البيضة.

هرمونات النخامية العصبية ووضع البيض

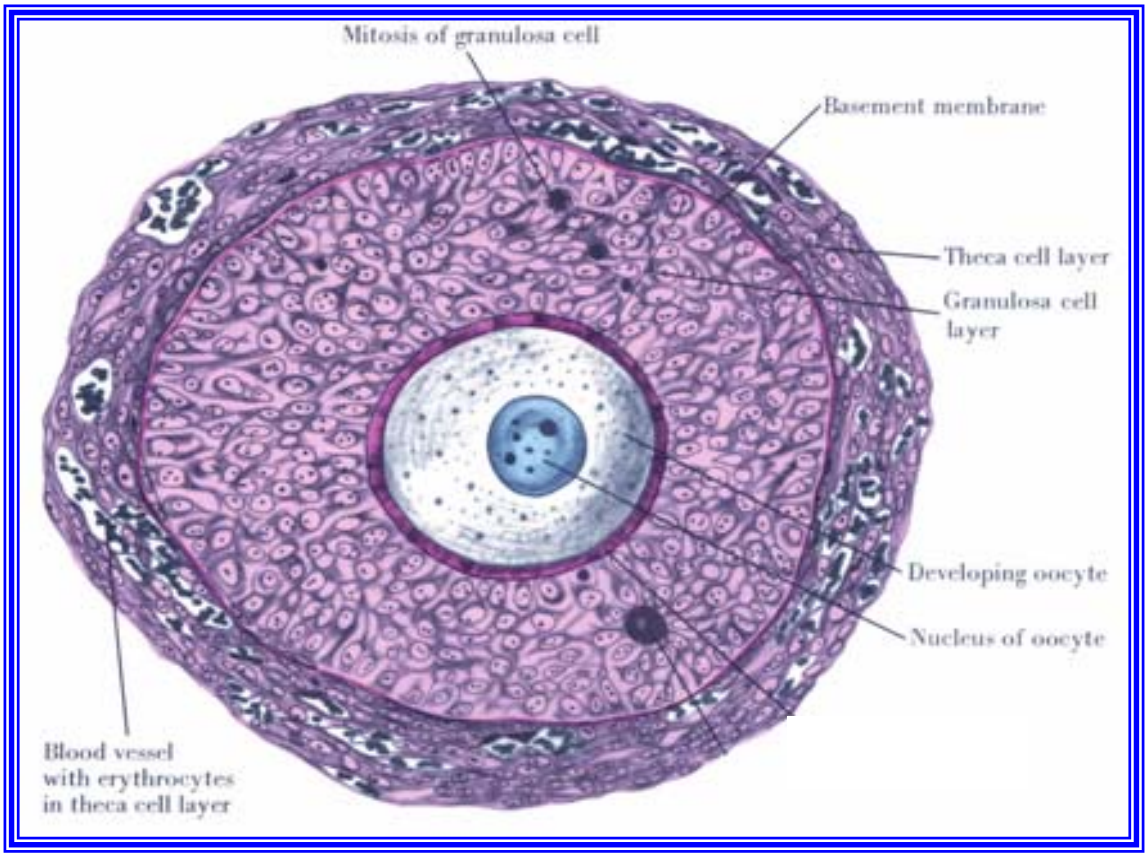
Neurohypophyseal hormones and oviposition:

تحدث زيادة في مستويات أرجنين فاسوتوسين arginine vasotocin (AVT) في البلازما مع إنخفاض حاد في مستويات الـ AVT في النخامية العصبية عند وضع البيض وعلى أية حال لم يعرف بعد الدور الحقيقي الذي يلعبه الـ AVT في وضع البيض كما لم يعرف منبه تحرير الـ AVT عند وضع البيض.

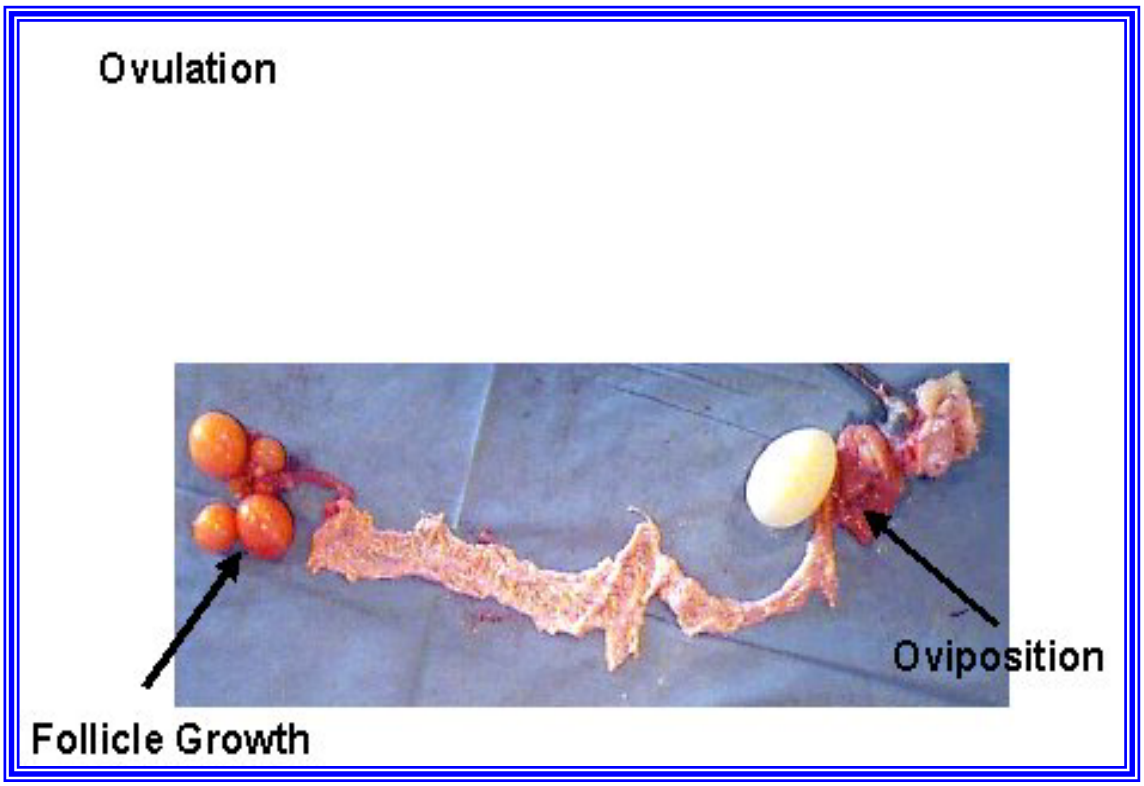
البروستاكلاندينات ووضع البيض Prostaglandins and oviposition:

من الثابت الآن إن البروستاكلاندينات ذات علاقة وثيقة بعملية وضع البيض، إذ إن تركيز البروستاكلاندينات في البلازما تزداد بدرجة كبيرة عند وضع البيض ثم تنخفض بسرعة بعد ذلك، يمكن تأخير وضع البيض أيضاً عن طريق التمنيع المكتسب ضد البروستاكلاندين PGE1، ويمكن إحداث وضع البيض المبكر بحقن البروستاكلاندين. بالإضافة إلى ذلك فإن البروستاكلاندينات الخارجية أعلى فعالية بكثير مقارنةً بالأوكسيتوسين في تحفيز وضع البيض كما أن التثبيط الدوائي لتصنيع البروستاكلاندين يمنع وضع البيض.

ويزيد البروستاكلاندين PGF2α الانقباضات العضلية ويزيد الضغط في كل أجزاء قناة البيض بينما تزيد البروستاكلاندينات PGE_1 و PGE_2 الانقباضات العضلية في كل أجزاء قناة البيض فيما عدا المهبل حيث تقوم بتحفيز إرتخاء العضلات. ولوحظ أن الإستجابة المختلفة لنوعي البروستاكلاندينات تعتبر توافقاً فسلجياً مثالياً لعملية وضع البيض، فلكي يحدث وضع البيض لا بد أن تكون هناك زيادة في إنقباضية العضلات الرحمية وأن يتزامن معها إرتخاء في كل من المصرة العضلية المهبلية الرحمية، والعضلات المهبلية وهي استجابات تحدث نتيجةً للعمل المشترك لبروستاكلاندينات PGF و PGE؛ لهذا فأن هذا العمل المشترك لكل من $PGF_2\alpha$ و PGE_1 و PGE_2 قد يمثل الممر التحكمي النهائي في وضع البيض.



شكل 21. مقطع عرضي في حويصلة مبيضية .



شكل 22. عمليتي الأباضة ووضع البيض في الطيور الداجنة .

الإخصاب Fertilization:

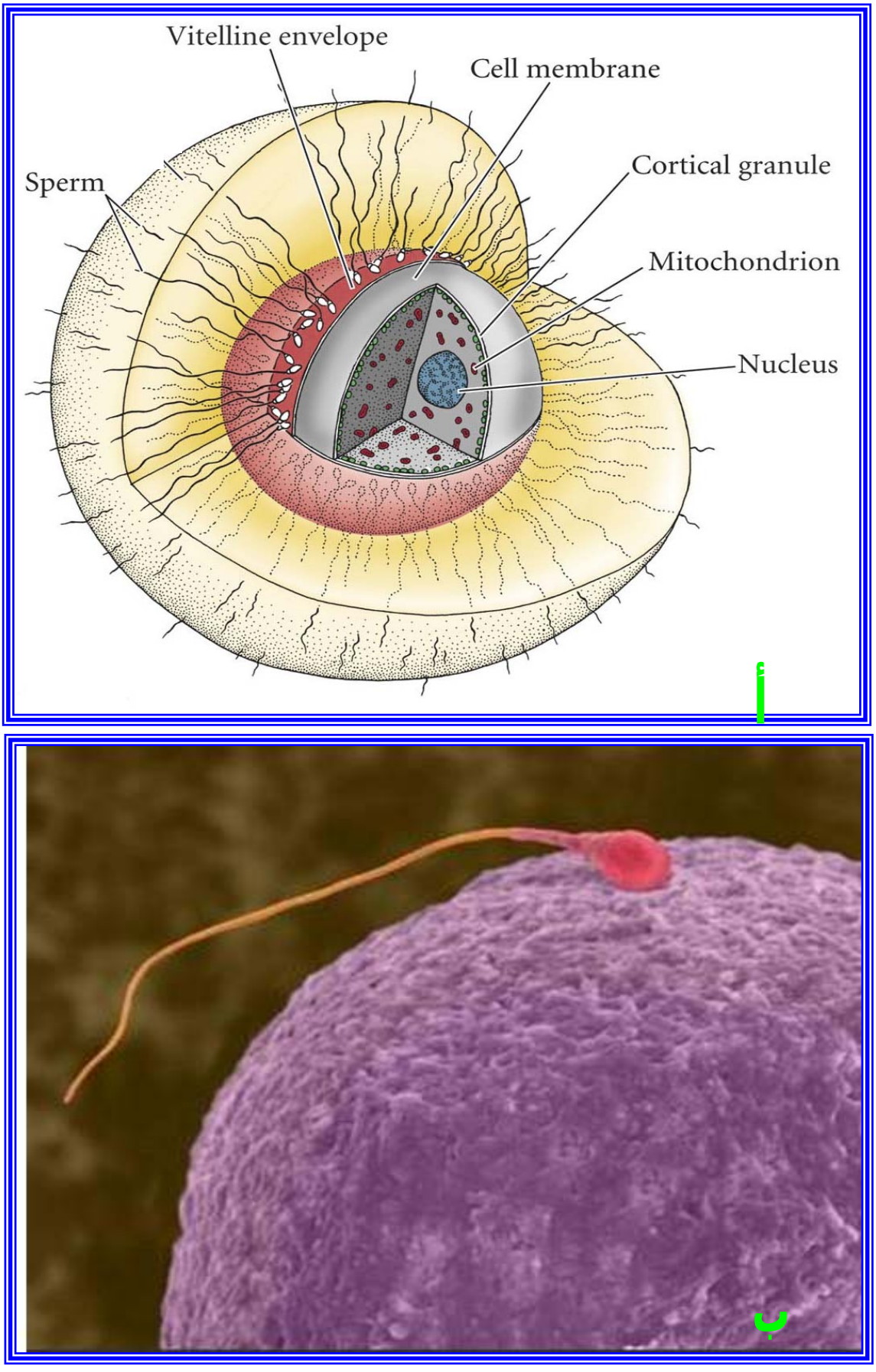
يمثل إندماج الأمشاج الذكرية والأنثوية syngamy حدثاً واحداً فقط في سلسلة من الخطوات أو العملية الابتدائية المترابطة. ولكي تستطيع النطفة إخصاب البويضة لا بد لها من مرحلة نضج مناسبة في المجرى التناسلي الذكري أولاً ثم في المجرى التناسلي للأنثى. فإذا لم تنضج النطفة بطريقة صحيحة فلن تستطيع المرور بتفاعل الجسم الطرفي acrosome reaction الذي يمكنه من إختراق أغشية الصفار بنجاح (الشكلين 23 و 24) وعلى أية حال، يبدو أن متطلبات نضج النطف في الطيور أقل بكثير مما هي عليه في أنواع الحيوانات الثديية.

نضج النطف Maturation of spermatozoa:

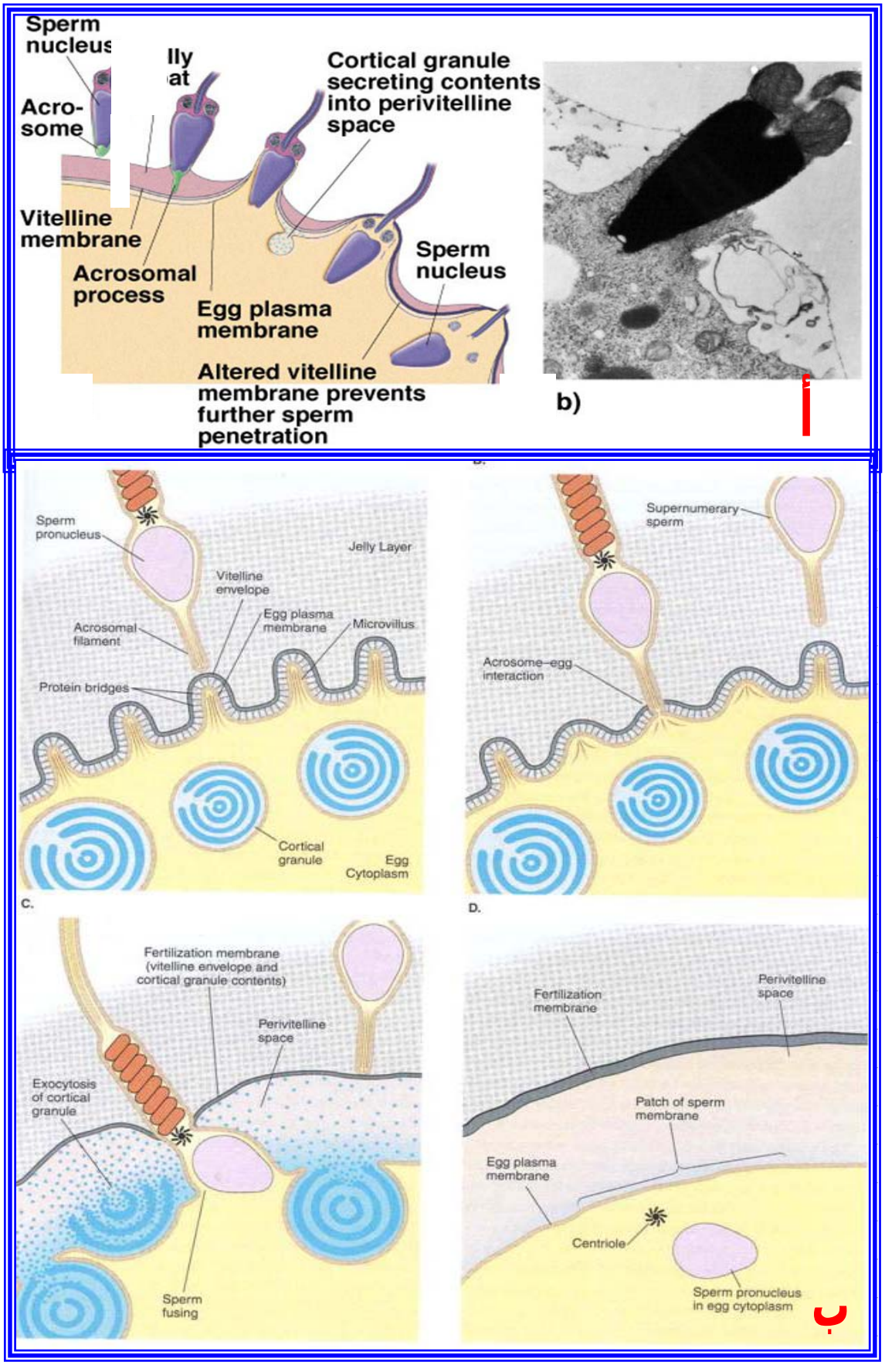
تمر النطف الثديية بتغييرات فسلجية وبنيوية دقيقة خلال وجودها في البربخ وهي تغييرات ضرورية للوصول إلى النضج الوظيفي. إن النطف المأخوذة من شبكة الخصية غير قادرة على الإخصاب، وكذلك الحال بالنسبة إلى النطف المأخوذة من من الرأس والجسم الأدنى للبربخ. وتمتلك النطف المأخوذة من جسم البربخ الأقصى وذيل البربخ، القناة الناقلة وحدها النضج الوظيفي الذي يمكنها من الإخصاب. وتكتسب النطف بالتدريج أيضاً زيادة في قدرتها الحركية وهي تمر على طول البربخ ورغم إن إكتساب القدرة الدائمة على الحركة والقدرة على الإخصاب مرتبطان إرتباطاً وثيقاً فإن العلاقة ليست مطلقة، فبعض النطف القادرة على الحركة لا تستطيع إخصاب البويضة.

وخلال مرور النطف الثديية عبر المجرى التناسلي الذكري تحدث تغيرات في غشاء النطفة تتعلق بالشحنة الصافية، وكثافة الشحنة، القدرة على ربط الليكتين وتكوينه من البروتينات والمستضدات. إن التغييرات الجزيئية في بنية سطح النطفة ضرورية لتطوير القدرات الحركية والوصول إلى القدرة على إخصاب البويضة.

تبدي النطف المأخوذة من الدجاج الداجن تغيرات نضج مماثلة خلال وجودها في المجرى التناسلي الذكري لكن المتطلبات ليست واضحة بنفس درجة وضوحها في الثدييات: لم يتم الحصول على أي بيض مخصب عندما وضعت نطف مأخوذة من خصى الدجاج الداجن في المهبل، ولكنه تم الحصول على مستويات عالية من الخصوبة عندما وضع في المعظم نطف من ثلاث مصادر: الخصى، البربخ والقناة الناقلة، ويعتبر المعظم نقطة لا تعتبر القدرة على الحركة عندها عاملاً محدداً. وتشير الدراسات إلى إن نطف الدجاج الداجن، على عكس الثدييات، تصل القدرة على الإخصاب في وقت مبكر نسبياً، ولعل ذلك يتم عند عملية تكوين النطف spermatogenesis. يبدو أن العامل المحدد بالنسبة للنطف المأخوذة من البربخ والخصى عند وضعها في المهبل هو غياب القدرة على الحركة إلى الأمام.



شكل 23 أ و ب. بداية عملية إختراق الحيمن للبويضة.



شكل 24 أ و ب. عملية إختراق الحيمن للبويضة.

لقد أتضح من الأضداد المطورة ضد الإفرازات السائلة لبربخ الدجاج أن البروتينات في هذه الإفرازات تغلف عادة سطح النطف. وحصل بعض الباحثين على نتائج مماثلة لكنهما فضلاً عن ذلك وجدا أن الأضداد التي طورت ضد سائل بربخ الدجاج سترتبط مع النطف المأخوذة من الديك الرومي والسمان ورغم ذلك يبدو أن أكتساب البروتينات الرابطة للنطف في البربخ ليس ضرورياً للإخصاب لأن النطف الخصبة غير المرتبطة قادرة على الإخصاب عندما توضع في المعظم.

تكيف النطف Capacitation of spermatozoa:

إن التغير الفسلجي المسمى بالتكيف Capacitation هو أحد المتطلبات الضرورية لكي تصبح النطف الثديية قادرة على إخصاب البويضة ولا يمكن للنطف السليمة غير المتكيفة إخصاب بويضة. إذ إن التكيف يمنح الخلية المنوية القدرة على إبتداء تفاعل الجسم الطرفي إستجابة لمنبه مناسب، مما يؤدي إلى تمزيق الجسم الطرفي وتحرير الإنزيمات المحللة مائياً ويتطور التكيف خلال التعرض لسائل المجرى التناسلي الأنثوي وتعتمد طول فترة التعرض على نوع الحيوان.

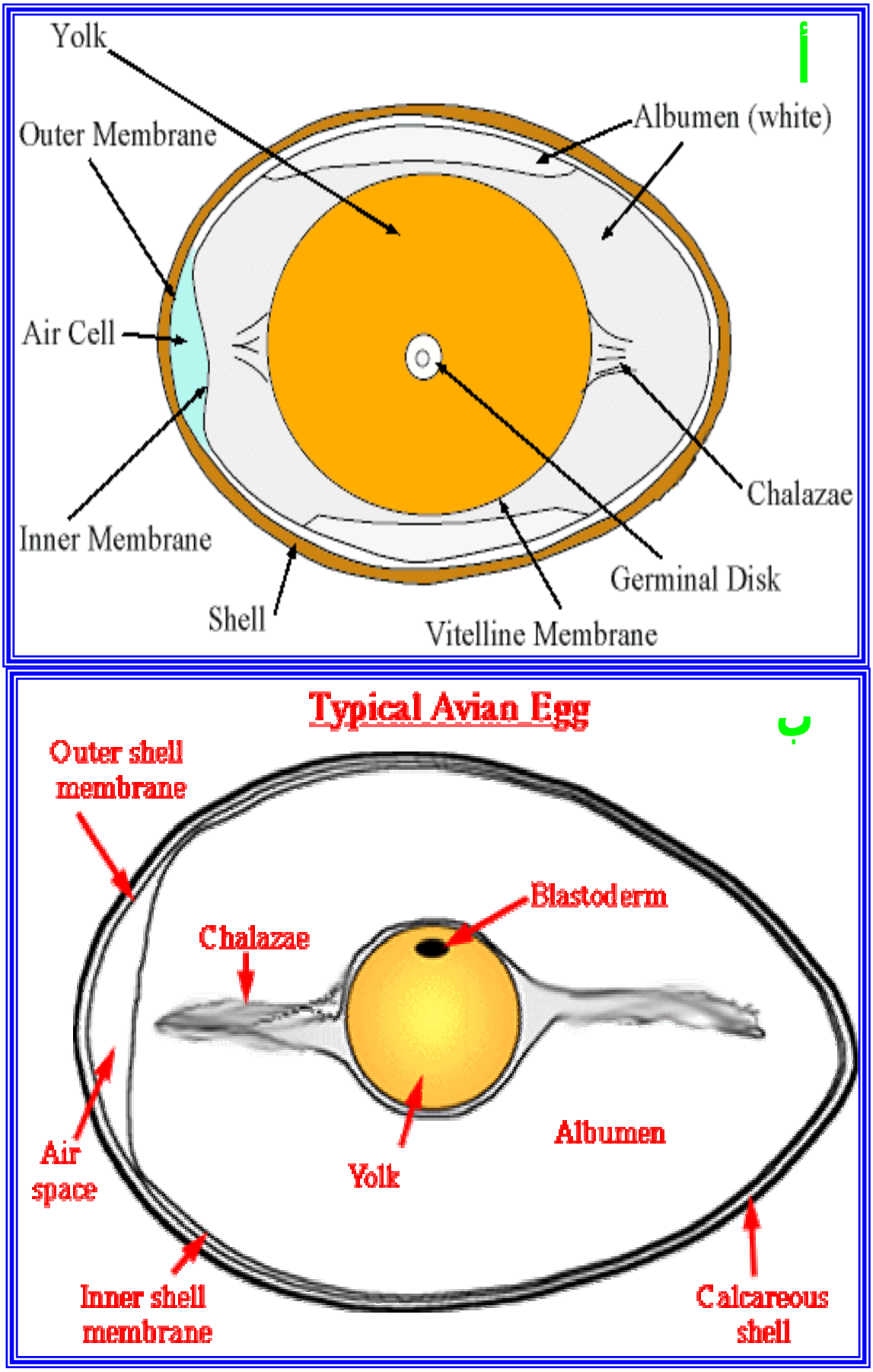
وتشير الأدلة الحالية إلى أن التكيف ليس ضرورياً لكي تصبح نطف الدجاج أو الديك الرومي قادرة على إخصاب البويضة داخل جسم الطير. وإذا كان التكيف بالفعل ضرورياً للنطف الخاصة بالطيور فلا بد أن هذا التفاعل يتم في فترة قصيرة إذ إن عديداً من الأبحاث المنشورة تشير إلى أن الإخصاب يمكن أن يحدث بعد التلقيح الطبيعي أو الاصطناعي بوقت قصير جداً وأقترح أن فترة أقصاها 15 دقيقة تكون مناسبة لحدوث التكيف في خلايا الطيور المنوية إذا كان التكيف ضرورياً.

إنزيمات الجسم الطرفي Acrosomal enzymes:

تساعد إنزيمات التحال المائي الموجودة في منطقة الجسم الطرفي من النطفة في إختراق البويضة خلال الإخصاب. لقد تم التعرف على عدد من إنزيمات الجسم الطرفي في الثدييات لكن إنزيماً واحداً فقط (الأكروسين acrosin) يتواجد بمستويات عالية في النطف الخاصة بالطيور، إن إنخفاض عدد الإنزيمات المحللة مائياً في نطف الطيور قد يعكس حقيقة أن هنالك حاجة لإختراق غلاف واحد فقط ذي سمك محدود (2 – 4 مايكرومتر) بواسطة النطفة خلال الإخصاب (شكل 25).

أغشية الصفار والإخصاب Yolk membranes and fertilization:

يتكون جدار البويضة عندما تحين الإباضة من غلاف خلية البويضة الأصلي، أو الأولي cytolemma ovocyti وطبقة المحيط المحي الرقيقة العلوية lamina perivitellina والتي تسمى الغشاء الداخلي ويفترض أن طبقة المحيط المحي مستمدة من الخلايا الحبيبية الخاصة بالجريب وبالتالي تعتبر طبقة ثانوية وتتكون طبقة المحيط المحي من شبكة مسامية (2 مايكرومتر) من الألياف الصلبة التي تكون أقل سمكاً في منطقة القرص الجرثومي germinal disc مقارنة ببقية البويضة.



شكل 25 أ و ب. مكونات البيضة الداخلية.

تضاف إلى البويضة طبقتان ثانويتان إضافيتان بعد دخولها قمع قناة البيض، هما الطبقة المستمرة lamina continua، وطبقة المح الخارجية lamina extravitellina. وتسمى، الطبقة المستمرة وطبقة المح الخارجية بالغشاء الأوسط والغشاء الخارجي، ولكن بعد ذلك أقترح أحد الباحثين، تسمية أغشية الصفار للغشائين معاً.

كان يفترض، على أساس دراسات سابقة أن الإخصاب يحدث في الجزء الأمامي من القمع قبل ترسيب أغشية الصفار الثانوية. لكن هنالك تماساً محدوداً فقط بين البويضة والنطفة في مقدمة القمع قبل ترسيب أي أغشية ويحدث معظم التماس بين البويضات والنطف في مؤخرة القمع خلال إفراز أغشية الصفار الثانوية. وبما أن أغشية الصفار الثانوية تمتلك بنية ليفية غير متماسكة خلال بداية تطورها فإن النطف تستطيع المرور عبرها دون عائق لتصل إلى طبقة محيط المح الموجودة تحتها. وهكذا فإن أغشية الصفار الثانوية لا تشكل عائقاً في وجه عملية التخصيب في المراحل المبكرة من ترسيبها.

اتحاد الأمشاج Syngamy:

كان من المعتقد أن آليه الإخصاب في الطيور عملية بسيطة نسبياً بسبب الطبيعة الشبكية لطبقة محيط المح المكونة لأغشية الصفار، كما كان من المعتقد أن التحال الإنزيمي لطبقة محيط المح غير ضروري، وأن النطف تمر فقط بين ألياف طبقة المح المسامية. وعلى أية حال فقد أوضحت دراسات البنية الكبرى ultra structure أن النطف تخترق محيط المح عن طريق التحال الإنزيمي للألياف التحتية، وليس عن طريق مجرد المرور عبر مسامات الغشاء.

ويتضمن اختراق النطفة لغشاء البلازما نفسه إلتحاماً مبدئياً بين الغشاء الأكروسومي الداخلي المكشوف الخاص بالنطفة وغشاء البلازما الخاص بالبويضة ليكون غشاء واحداً مستمراً. عندئذ يدخل رأس النطفة بلازما البويضة، ويختفي الغلاف النووي للنطفة، ويتبعثر كروماتين النطفة الكثيف (شكل 24). ويعاد تجميع كروماتين النطفة المبعثر فيما بعد وتنشأ عنه طليعة النواة الذكرية المغلفة في غشاء ثنائي مستمر ويحدث إلتحام الكروموسومات syngamy في الدجاج الداجن بعد 3 – 5 ساعات من دخول البويضة إلى قناة البيض.

التلقيح المتعدد المرضي والفسلجي

Pathological and physiological polyspermy:

تلتحم نطفة واحدة بطليعة نواة الأنثى في الإخصاب العادي وعندما تلتحم عدة نطف مع طليعة نواة الأنثى تبدأ ظاهرة تسمى بالتلقيح المتعدد المرضي (شكل 26) فإذا التحمت طليعة الأنثى مع أثنين

أو ثلاث نطف مثلاً؛ فإن الجنيين الناشئ سيكون ذا تكوين ثلاثي أو رباعي المجموعة الكروموسومية على التوالي وهي حالات مرضية.

أما التلقيح المتعدد الفسلجي (شكل 27) فهو على عكس التلقيح المتعدد المرضي عبارة عن حدث عادي في الحيوانات ذوات البويضات ضخمة اللسيثين megalecithal والغنية بالصفار مثل الطيور. ويفترض أن الميزة البيولوجية هي تحسن فرص اتحاد الأمشاج syngamy عندما تكون هناك إختلافات كبيرة جداً في المساحة السطحية بين القرص الجرثومي والبويضة كلها. ويعتبر وجود طلائع أنوية ذكرية متعددة أمراً شائعاً في بيض الطيور المخصب. ووجد أن عدداً من النطف يبلغ متوسطه 60 نطفة تخترق في العادة القرص الجرثومي في الدجاج الداجن خلال الإخصاب، لكن يحدث تطور جنيني شاذ عندما يخترق أكثر من 200 نطفة القرص الجرثومي.

إنتقال النطف في قناة البيض Oviductal sperm transport:

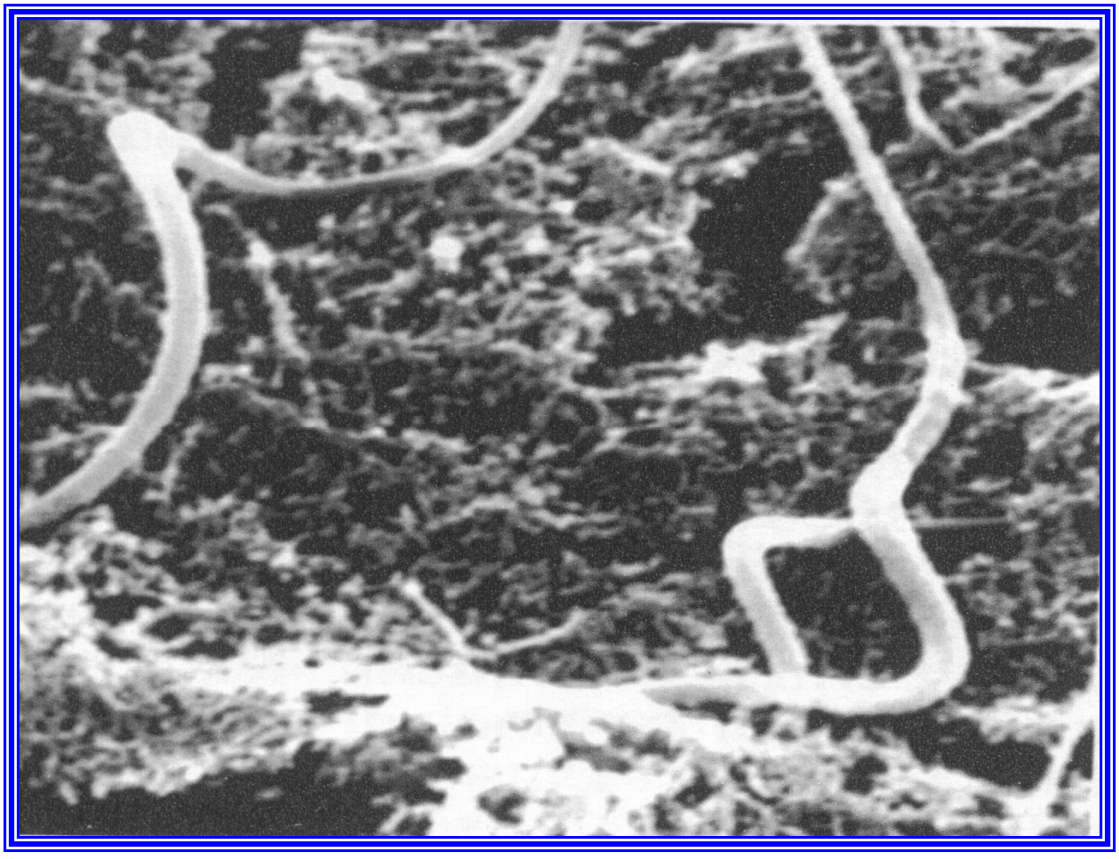
تختلف آلية إنتقال النطف في قناة البيض في الدجاج الداجن حسب المنطقة المعينة من القناة وتتشتت بسرعة النطف الميتة غير المتحركة أو حبيبات الكاربون الخاملة المحقونة من جهة الرأس في نقطة إلتقاء الرحم والمهبل في قناة بيض خالية، وتنتشر في كل قناة البيض الأمامية لكن تبقى المواد المماثلة المحقونة بنفس الطريقة في المهبل في مكانها وعلى العكس، يمكن عزل النطف الحية المتحركة المحقونة في المهبل من القمع فيما بعد. وهكذا، فإن القدرة على الحركة ضرورية لكي تستطيع النطف عبور المهبل، لكن بعد أن تصل نقطة إلتقاء الرحم والمهبل تنقل الخلايا إنفعالياً إلى مقدمة قناة البيض.

إنتقال النطف المرحلي Phasic sperm transport:

من المعروف أن إنتقال النطف في قناة البيض في الثدييات يحدث في مراحل متتالية؛ فهناك مرحلة إبتدائية تتميز بالانتقال السريع للنطف تليها مرحلة ثانية تتكون من هجرة مستمرة لنطف متحركة. لقد وجد أن مرحلة إنتقال النطف السريع مرتبطة بانقباضات متزامنة للمجرى التناسلي، بينما يبدو أن المرحلة المستمرة تعتمد، بدرجة كبيرة، على قدرة النطف على الحركة ومن المعتقد أن النطف المأخوذة من المرحلة السريعة ذات نوعية أدنى نسبياً، لأنها تكون عموماً ضعيفة الحركة، هناك نسبة أعلى من التشوه بين النطف في مرحلة النقل السريع.

ولم يدرس إنتقال النطف المرحلي في قناة البيض في الطيور رغم إن البيانات المنشورة تشير إلى أنه يحدث فعلاً، ومن الثابت تماماً أن التلقيح الطبيعي أو الاصطناعي في

شكل 26. التلفيح المتعدد المرضي ، إذ يلاحظ عدة حيامن تخترق غشاء بويضة الثدييات.



شكل 27. التلفيح المتعدد الفسلجي، إذ يلاحظ عدة حيامن تخترق غشاء بويضة الطيور .

قناة بيض خالية من البيض بعد وضع البيض بوقت قصير يؤدي عادةً إلى تخصيب البويضة المحررة تالياً وبما أن الإباضة تحدث عادةً خلال دقائق بعد وضع البيضة، فإن هذا يعني أن هناك نقلاً سريعاً للنطف الحية داخل قناة بيض الطيور وتدعم بيانات عدد من الباحثيين أيضاً مفهوم النقل السريع للنطف في الطيور، فقد وجد نطف ديك رومي موسومة بـ ^{65}Zn عند القمع خلال 15 دقيقة من التلقيح عبر المهبل ورغم ذلك فقد يعاق إنتقال النطف المرحلي في الطيور بسبب وجود بيضة في المعظم إذ يبدو أنها تستطيع منع إنتقال النطف.

توجد مرحلة نقل نطف مستمرة أيضاً في الدجاج الداجن والرومي إذ تم إثبات وجود تراكم تدريجي مرتبط بالزمن للنطف الموسومة بكشاف مشع في المنطقة الرحمية – المهبلية. أيضاً تصبح نبيبات تخزين النطف الرحمية – المهبلية الخاصة بالأناث ممتلئة بصورة متزايدة بالنطف مع مرور الوقت.

تخزين النطف في قناة البيض Oviductal sperm storage:

يحدث تخزين للنطف في منطقتين من قناة بيض الطيور هما: مؤخرة القمع المجاور مباشرةً للمعظم، وعند نقطة إلتقاء الرحم والمهبل. وقد جرت العادة على الأشارة إلى نبيبات تخزين النطف الموجودة في القمع بأسم أعشاش النطف، وإلى تلك الموجودة في منطقة الرحم – المهبل بأسم الغدد الرحمية المهبلية المضيفة للنطف، أو غدد تخزين النطف الرحمية – المهبلية، أو نبيبات تخزين النطف الرحمية المهبلية. وتعتبر الغدد الرحمية – المهبلية المضيفة للنطف موقع التخزين الرئيسي للحيوانات المنوية في قناة البيض رغم أن مقدرة أعشاش النطف القمعية على الأحتفاظ بالنطف حية تساوي مقدرة الغدد الرحمية – المهبلية المضيفة للنطف في الدجاج الداجن ولكنها لا تساويها في الديك الرومي.

شكل الغدد الرحمية المهبلية المضيفة للنطف

Uterovaginal sperm – host gland morphology:

إن الغدد الرحمية – المهبلية المضيفة للنطف عبارة عن انغلاقات أنبوبية في الطبقة المخاطية السطحية في قناة البيض (شكل b28)، وتوجد هذه الغدد في الدجاج الداجن في شريط نسيجي عرضه 1سم على الجانب المهبلي من نقطة إلتقاء الرحم والمهبل وتكون الغدد المضيفة للنطف والتي يبلغ طولها 500 – 502 مايكرومتر تقريباً في العادة نبيبات بسيطة غير متفرعة رغم أننا يمكن إن نصادف نبيبات متفرعة، وقد قدر أن عدداً يصل إلى 24000 غدة رحمية مهبلية مضيفة للنطف قد توجد داخل قناة بيض الديك الرومي.

لقد أوضحت دراسات البنية الفوقية أن شكل هذه الغدد متشابه في كل الأنواع. ورغم أن الشكل متشابه فإن هناك اختلافات بين الأنواع من حيث القدرة الإفرازية. وتتميز الغدد المضيفة للنطف لكل الأنواع التي تمت دراستها بتراكم ضخم للدهون الخلوية الداخلية، لكن لا توجد بها إلا أدلة محدودة على تصنيع البروتين. ويختلف تصنيع الكلايكوجين الغدي حسب نوع الحيوان حيث توجد تراكمات ضخمة من الكلايكوجين الخلوي الداخلي في غدد الدجاج ولكن ليس في غدد الديك الرومي أو السمان الياباني ورغم ذلك فإن العلاقة المحددة للمنتجات المصنعة المحتملة داخل الغدة المضيفة للنطف مع الإفراز الغدي وتخزين النطف غير معروفة. وأقترح بعض الباحثين، على أساس توزيع العصيات الخلوية داخل الخلية أن الوظيفة الرئيسية للغدد الرحمية – المهبلية المضيفة للنطف قد تكون وظيفة امتصاص وليست وظيفة إفراز.

الأعشاش القمعية للنطف Infundibular sperm nests:

تشبه الأعشاش القمعية للنطف من حيث الشكل الغدد الرحمية المهبلية المضيفة للنطف (شكل a28).

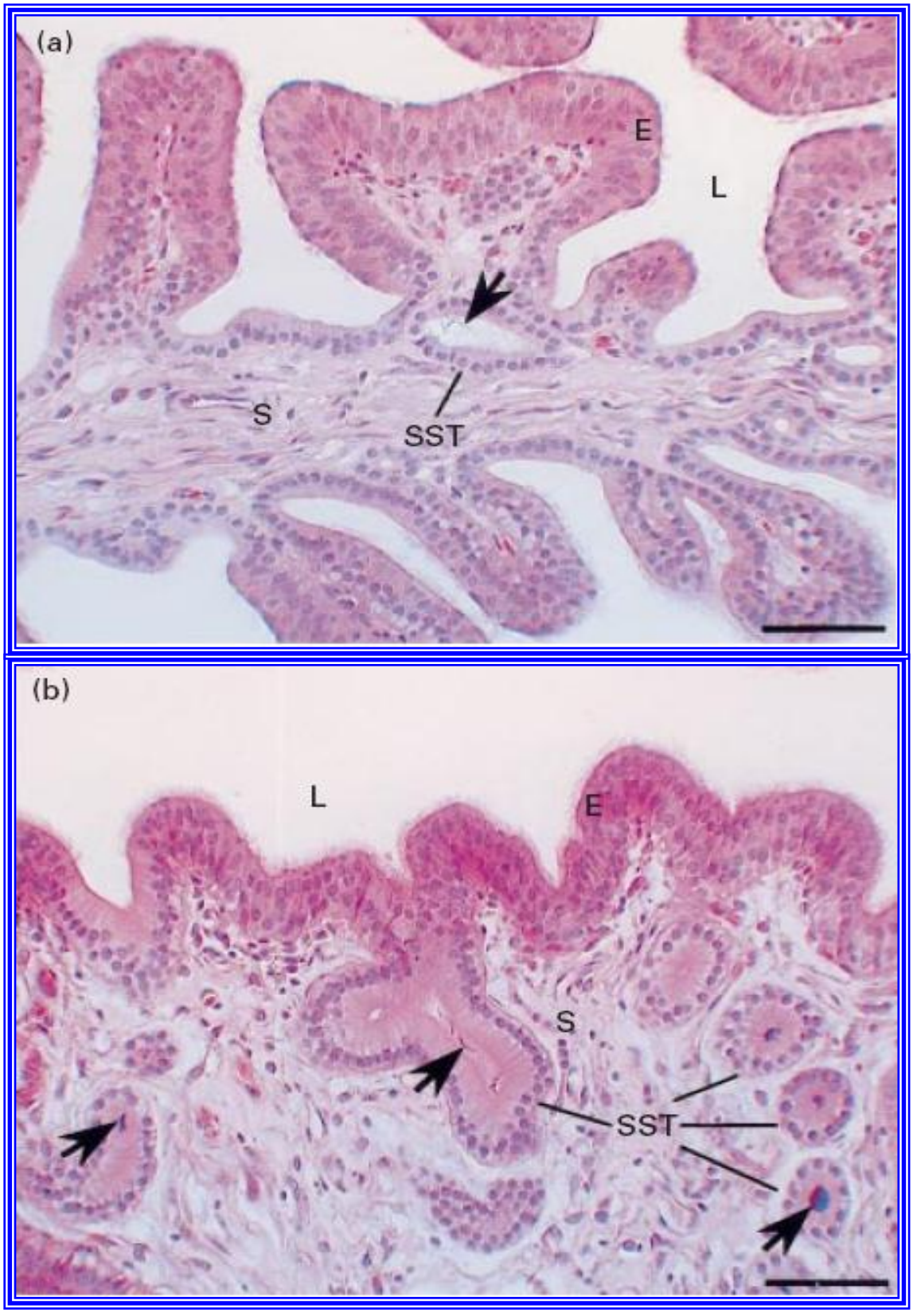
قدرة النطف على الحركة في قناة البيض

Mobility of spermatozoa in the oviduct:

العلاقات المشتركة بين النطف وقناة البيض

Sperm – oviduct interrelationships:

إذا لم ننظر إلى نقل وتخزين النطف في قناة بيض الطيور نظرة شاملة فقد نظن خطأ أنه عبارة عن عملية قليلة الكفاءة بدرجة كبيرة. ويبدو إن كفاءة إنتقال النطف سيكون مشكوك فيها إذ إن 60 – 90% من النطف في التلقيحة تضيع من مهبل الدجاج الداجن والرومي بالإضافة إلى ذلك فإن التحرر الدائم والمستمر للنطف من الغدد الرحمية – المهبلية المضيفة لكي تنتقل إلى مقدمة قناة البيض يحدث رغم إمكانية وجود بيضة تسد مجرى قناة البيض ويمكن أيضاً أن يثار تساؤل حول كفاءة تخزين النطف إذ إن 40 – 60% فقط من الغدد الرحمية المهبلية للنطف في الدجاج والرومي تحتوي على نطف بعد أي تلقيح وكثيراً ما يتم تخطي الطاقة القصوى لهذه الغدد على الإحتفاظ بالنطف. ورغم هذه العمليات التي تبدو غير كفؤة، فإن الحقيقة إن الطاقة التخزينية لغدد النطف الرحمية المهبلية يمكن أن تزيد عن طول الحياة الفعالة للنطف المخزونة تشير إلى أن نظاماً فعالاً بدرجة مـا قد طـور في الطيـور وبالفعل، فإن مستويات الخصوبة التي تزيد عن 90% لفترات طويلة من الزمن بعد تزاوج أو تلقيحة واحدة تؤكد هذا الأمر.



شكل 28. مقاطع عرضية في نبيبات خزن النطف في منطقة القمع (a) والاتصال الرحمي المهبلي (b). الأسهم تشير الى وجود النطف في نبيبات خزن النطف (SST)، E = الظهارة المخاطية، L = تجويف قناة البيض و S = النسيج الضام للطبقة المخاطية.

امتلاء الغدد الرحمية – المهبلية المضيفة للنطف

Filling of the uterovaginal sperm – host glands:

إن الوقت الضروري لكي تدخل النطف إلى الغدد المضيفة للنطف بعد تلقيحة مهبلية يبلغ 60–90 دقيقة تقريباً في الدجاج الداجن والرومي. وتستمر الغدد بعد ذلك في الامتلاء مع مرور الوقت وتصل إلى أقصى مستوى من الامتلاء خلال 24 ساعة ويمكن أن تمتلئ الغدد المضيفة للنطف المعزولة خلال 15 دقيقة عندما تعرض النطف خارج جسم الطير *in vitro* مما يشير إلى أن كثيراً من التأخير في امتلاء غدد النطف داخل جسم الطير ناتج عن عدم استمرارية انتقال النطف.

هذا ويبدو أن امتلاء الغدد الرحمية المهبلية المضيفة للنطف يتأثر بإنقباض قناة البيض وتصل إنقباضات الرحم إلى أعلى مستوى لها قرب وقت وضع البيض في الدجاج والرومي والسمان الياباني، ومن المعروف منذ زمن طويل أن تلقيح الدجاج في هذا الوقت من دورة إنتاج البيض يؤدي إلى خفض مستوى الخصوبة. ورغم ذلك، فعند تلقيح الدجاج عند أو قرب وضع البيض، تحتفظ قناة البيض بعدد أكبر من النطف ويتم الحصول على مستويات طبيعية من الخصوبة إذا جرى تثبيط انقباضات الرحم، باستخدام العقاقير وهكذا يبدو أن الإنقباض الزائد لقناة البيض يؤثر على الخصوبة بسبب تأثيره الضار على إنتقال النطف في قناة البيض وبالتالي على امتلاء الغدد المضيفة للنطف.

تحرر النطف من مواقع التخزين في قناة البيض

Sperm release from the oviductal storage sites:

لقد اقترح البعض أن النطف الموجودة في الأعشاش القمعية للنطف في الدجاج الداجن تتحرر نتيجة لضغوط التوسيع المرتبطة بانتقال البويضة وعلى أية حال، لم تتم أي دراسات تحدد بدقة وبصورة نهائية أسلوب تحرر النطف من الأعشاش القمعية للنطف.

إن الآلية التي تتحكم في تحرر النطف من الغدد المضيفة للنطف في الدجاج الداجن غير واضحة أيضاً، ولا تعتبر الضغوط المرتبطة بمرور البيضة آلية رئيسية لتحرر النطف. وقد أشار بعض الباحثين إلى أن وجود النطف في السوائل المهبلية للدجاج الداجن غير مرتبط بوضع البيض، ووجد أن الأحداث المتعلقة بوضع البيض والإباضة أو أي منها تؤثر على معدل تحرر النطف من الغدد المضيفة للنطف في الدجاج الداجن، كما أنخفض تحرر النطف معنوياً عبر فترة طويلة من الزمن في الدجاجات التي فقدت قدرتها على الإباضة بسبب استخدام هرمون مصل دم الفرس الحامل.

ووجد أنه عند التلقيح بنطف موسومة وراثياً بالتتابع في الدجاج الداجن توزعت النطف إلى طبقات حسب التركيب الوراثي داخل الغدة المضيفة للنطف، وظلت على ذلك الحال داخل الغدة، عبر الزمن، وحدث تفريغ الغدة في شكل تسرب مستمر للنطف الأقرب إلى السطح وكانت هذه المشاهدات هامة؛ لأنها أوضحت أن النطف من التلقيحة الأخيرة هي أول النطف التي تحرر لغرض الإخصاب

كما يفسر توزع النطف إلى طبقات داخل الغدة المضيفة المشاهدات السابقة حيث وجد أن أغلبية النسل كان مستمداً من آخر التزاوجات أو التلقيحات وقد أستنتج خطأً من الدراسات السابقة أن هذه الإستجابة كانت ناتجة عن ميزة تنافسية للنطف الأحدث.

ووجد باحثون آخرون أيضاً أن الطاقة التخزينية للغدد المضيفة للنطف يمكن أن تزيد عن طول الحياة الفعالة للنطف. إن لهذه المشاهدات في جملتها معاني وراثية وتطورية بالغة الأهمية؛ إذ توضح الغالبية العظمى من النسل تستمد من آخر التزاوجات، والذي قد لا يكون في كثير من الأحيان تزاوجاً مع أكثر الديكة سيادة أو الديك المرغوب أكثر من غيره.

أقترح أن تلازن agglutination النطف قد يكون الآلية الأساسية التي تتحكم في تخزين وتحرير النطف من الغدد الرحمية المهبلية المضيفة للنطف وتعتمد قدرة النطف على التلازن على وجود أغشية بلازمية سليمة. وعلى هذا، فمع تقدم عمر النطف وفقدانها لوحدتها الخلوية، فإنها تفقد أيضاً قدرتها على التلازن وتستبعد تفاضلياً من الغدة. وبالتالي فمن المعتقد أن التحرر المستمر للنطف من الغدة المضيفة يتكون من خليط من النطف الحية القادرة على الحركة والنطف المتحركة غير القابلة للحياة. وتتفق مثل هذه الآلية مع مفهوم التسرب البطيء، ويمكن أيضاً أن تفسر السبب الذي يمنع إنغلاق الغدة المضيفة بالنطف الميتة البالية بعد عدة تزاوجات أو تلقيحات متكررة. إن بساطة هذه الآلية تجعلها جذابة على وجه الخصوص عندما نأخذ في حساباتنا عدم الاتفاق الذي يوجد عندما تحدث الإباضة أو وضع البيض كل على حدة كما هو الحال عند بداية أو نهاية سلسلة وضع البيض.

أعداد النطف والخصوبة Sperm numbers and fertility:

يقدر متوسط حجم القذفة لجماع طبيعي لديك داجن بـ 0.02 مليلتر وهو حجم يحتوي على 100 مليون نطفة تقريباً ومن المقبول عموماً أيضاً أن 100 مليون نطفة في التلقيحة ضرورية للحفاظ على مستويات عالية من الخصوبة في تربية الدواجن التجارية حيث ينفق الحد الأدنى من الوقت مع كل تلقيحة وينصح باستخدام أعداد نطف تزيد كثيراً عن 100 مليون في التلقيحة الواحدة لكن لا توجد أدلة منشورة تدعم هذه الفرضية. وأوضح بعض الباحثين أن معدل امتلاء الغدد الرحمية المهبلية المضيفة للنطف أو كفائتها في احتجاز النطف غير محدودة. ولم يؤدي التلقيح بعدد من النطف يزيد عن عدد حرج ما معدل امتلاء الغدد بصورة معنوية، مما يشير إلى أن عدداً محدوداً فقط من النطف المتنافسة يستطيع دخول الغدة خلال فترة محددة من الوقت.

إن التلقيح الاصطناعي بأعداد أقل من النطف يمكن أن يعطي مستويات عالية من الخصوبة، ورغم أن هناك حاجة لعناية غير عادية لمنع التلقيح الخاطئ ووجد بعض الباحثين أن التلقيح بعدد قليل من النطف يصل إلى 5.5 مليون في الدجاج الداجن يمكن أن يعطي خصوبة مقبولة بشرط توفر مخفف ذي مصدر طاقة سهل عند التلقيح.

إحتفاظ قناة البيض بالنطف Sperm retention by the oviduct:

من المشاهدات غير المتوقعة مشاهدة بعض الباحثين أن 90% تقريباً من النطف الموسومة باستخدام ^{32}P المحقونة في مهبل دجاجة داجنة يمكن أن تفقد من خلال فتحة المجمع، وقد تم الحصول على نتائج مماثلة باستخدام نطف موسومة بـ ^{75}Ce، ووجد 83.8% من الأشعاع (النطف الموسومة بـ ^{65}Zn) الملقح قد تم أخراجه من فتحة مجمع الرومي خلال 30 دقيقة من التلقيح، وهكذا، فإن نسبة قليلة جداً فقط من النطف تسهم في مخزون النطف للإخصاب اللاحق. تشير النتائج أيضاً إلى أهمية الممارسات الصحيحة عند التلقيح.

الجوانب المناعية للتناسل Immunological aspects of reproduction:

إن العلاقات المشتركة بين الجهاز المناعي والجهاز التناسلي معقدة وواسعة، لذا ستحصر المناقشة في العلاقات بين الجهاز المناعي وتناسل الأنثى، وبالذات تخزين النطف في قناة البيض والخصوبة.

من الثابت أن الأضداد الخاطية المقابلة للنطف يمكن تحفيزها من أنثى الدجاج الداجن والرومي عن طريق التطعيم بسائل منوي أو معلق نطف. وعلى أية حال، فإن العلاقة بين عيارات الأضداد الخاطية المقابلة للنطف وخصوبة الأنثى مشكوك فيها، إذ رغم أن الدجاجات الممنعة ضد نسيج خصوى متجانس أو ضد نطف قد تطلبت عيارات عالية من الأضداد الخاطية المقابلة للنطف فإنها لا تبدي دائماً نقصاً في الخصوبة.

وبما أن التمنيع النشط ذو تأثير محدود على الخصوبة إن كان تأثير أصلاً فقد عبر البعض عن الشك في إمكانية أن يعزى إنخفاض خصوبة القطيع إلى التمنيع خلال التلقيح الاصطناعي. ولم يلاحظ باستخدام معايير قياس الامتصاص المناعي immunosorbant الإنزيمي الحساس نسبياً (ELISA) أي أرتباط بين عيارات الأضداد الخاطية المقابلة للنطف والخصوبة في إناث التربية في الرومي.

الإستجابة المناعية الموقعية والخصوبة

Local immune response and fertility:

تعرف بعض الباحثين على خلايا موضعية الأضداد وإفرازات في الغدد الرحمية المهبلية المضيفة للنطف في إناث الرومي غير الخصبة نسبياً، وأقترحوا أن الإستجابة المناعية الموضعية قد تحدث في دجاجات ضعيفة الخصوبة. تعرف باحثون آخرون على خلايا موجبة للـ IgG في ظهارة تخزين النطف الرحمية المهبلية في إناث الرومي الخصبة بعد 10 – 11 أسبوعاً من ابتداء وضع

البيض ولم تظهر الأناث غير الخصبة مثل هذه الإستجابة، وبالتالي فمن المحتمل أن بعض الدجاجات تمر بمرحلة مبكرة من الإستجابة المناعية.

الانخفاض الموسمي في الخصوبة Seasonal decline in fertility:

لقد أقترح البعض أن المناعة الطبيعية تجاه النطف هي سبب التغييرات الموسمية في الخصوبة في الطيور. لقد أرتبط ما يسمى بالانخفاض الموسمي الشائع في كثير من قطعان تربية الدجاج الرومي التجارية بالجهاز المناعي، ويتميز الانخفاض الموسمي في الخصوبة بهبوط تدريجي في الخصوبة عبر فترة أو موسم وضع البيض، وكثيراً ما ينخفض بمقدار 25% بعد 20 أسبوعاً من إنتاج البيض. إن الخصوبة المنخفضة للقطيع ليست نتيجة لانخفاض عام في خصوبة الدجاجة، وإنما هي نتيجة لأن عدداً متزايداً من الدجاج أصبح عقيماً بالكامل، وهذا بدوره ناتج عن عدم وجود النطف في الغدد الرحمية – المهبلية المضيفة للنطف.

وقد لاحظ بعض الباحثين عند دراستهم للأسباب المحتملة للانخفاض الموسمي في الخصوبة في إناث تربية الديك الرومي أن البنية الفوقية للغدد المضيفة للنطف لا تتأثر بطول الفترة التي كانت الدجاجة خلالها تنتج بيضاً، وأن الغدد المأخوذة من دجاجات عقيمة لا يمكن تمييزها شكلياً عن غدد الدجاج البكر أو الخصب. ولوحظ وجود خلايا لمفية داخل الظهارة في الغدد الرحمية المهبلية المضيفة للنطف في دجاجات خصبة وأخرى غير خصبة، وأقترح بعض الباحثين أنها تقوم بوظيفة تثبيط إستجابة مناعية بينما أقترح آخرون أنها تقوم بوظيفة ترتيب أضداد النطف أو أنها تمثل إستجابة مناعية ذاتية. إن إكتشاف وجود خلايا البلازما المنتجة للأضداد المقابلة للنطف داخل غدة تخزين النطف في قناة البيض يمكن أن يفسر الغدد الخالية التي عادة ما ترتبط بالانخفاض الموسمي في الخصوبة. وهكذا فهنالك أدلة على أن الانخفاض الموسمي في الخصوبة هو عبارة عن إستجابة مناعية موضعية.

الفصل الرابع

الجهاز التناسلي الأنثوي
(وصف تفصيلي متقدم)

الجهاز التناسلي الأنثوي للطيور:

(وصف تفصيلي متقدم)

تعتمد وظيفة المبيض في الدجاجة على المعلومات العصبية الصمية التي تنقل للمبيض من تحت المهاد والغدة النخامية، أيضاً بين أنسجة المبيض نفسها. ترسب المح الأصفر يتطلب اشتراك الكبد وقد تشترك الغدة الكظرية adrenal gland في السيطرة على وظيفة المبيض. التداخلات بين هذه الأنسجة تكون مطلوبة لتنسيق تجميع المح ولإعداد أكبر حويصلة follicle لغرض التبويض ovulation.

تحت المهاد:

إضافة إلى دوره في الإدراك الحسي للضوء، فأن تحت المهاد (شكل 1) يلعب دور مركزي في تنظيم وظيفة المبيض. إفراز مغذيات القند gonadotrophins (FSH وLH) من الفص الأمامي للغدة النخامية ينظم بواسطة ببتيد يفرزه تحت المهاد وهو GnRH. الإفراز المزمن للـ GnRH هو تحت سيطرة مركز دماغي أخر وهو مرتبط بشكل خاص بالمراكز المستلمة للضوء photoreceptive centres. التعرض إلى نهار طويل long days يزيد من إفراز الـ GnRH والذي بدوره يزيد تركيز مغذيات القند في البلازما إلى مستويات تدعم نمو المبيض وتحافظ على تسلسل hierarchy الحويصلات المبيضية. إضافة إلى ذلك يلعب تحت المهاد دور مهم في تنظيم الإفراز الحاد للـ LH من خلال علاقة التغذية الرجعية الموجبة positive feed back (شكل 6) مع إنتاج البروجسترون من أكبر حويصلة مبيضية.

تنظيم إفراز هرمون الـ LH الحاد هذا مسؤول عن إطلاق مغذي القند قبل التبويض preovulatory والذي يكون مطلوب لدعم سلسلة من الأحداث تنتهي بإطلاق البويضة من الحويصلة الناضجة. يتطلب تكامل مناطق تحت المهاد للحصول على وظيفة تناسلية طبيعية ويتضح ذلك من خلال تحطيم أجزاء من تحت المهاد. هذه المناطق تتضمن:

1. المعقد النووي القمعي Infundibular nuclear complex: الذي يعتقد أنه يحتوي على مستقبلات الضوء في تحت المهاد hypothalamic photoreceptors.
2. المنطقة تحت البصرية Preoptic region: تحتوي على الخلايا المنتجة للـ GnRH.
3. المنطقة فوق البصرية Supraoptic region: التي يعتقد أنها متطلبة لإفراز الـ GnRH المحث بالبروجسترون.

الرسائل المسجلة من قبل تحت المهاد تنقل إلى الفص الأمامي للغدة النخامية عن طريق الـ GnRH المفرز من الجهاز الوعائي البوابي portal vascular system الذي يربط تحت المهاد بالغدة النخامية (شكل 2).

بالرغم من أنه تم التعرف على نوعين من الـ GnRH في تحت المهـاد للدجاج، إلا إن الـ GnRH-I فقط يبدو أنه يشترك في الإطلاق النشط والحاد لمغذيات القند من الفص الأمامي للغدة النخامية، وأن وظيفة الـ GnRH-II مازالت مبهمة.

في العديد من الحيوانات يفرز الـ GnRH من تحت المهاد على شكل نبضات pulses وتختلف النبضات في تكرارها frequency ومداها amplitude وأن تداخل هذين المتغيرين هو الذي يغير شدة الرسالة intensity of the message إلى الفص الأمامي للغدة النخامية. نتيجة الصعوبة الفنية لقياس تركيز الـ GnRH في الأوعية الرقيقة للجهاز البوابي لتحت المهاد hypothalamic portal system، يتم تخمين المعلومات المتعلقة بإفراز الـ GnRH من مقاييس تركيز الـ LH في عينات الدم المأخوذة من الأوعية المحيطية وبفترات فاصلة ومن استقراء المعلومات التي تم الحصول عليها في الحيوانات الثديية.

الفص الأمامي للغدة النخامية:

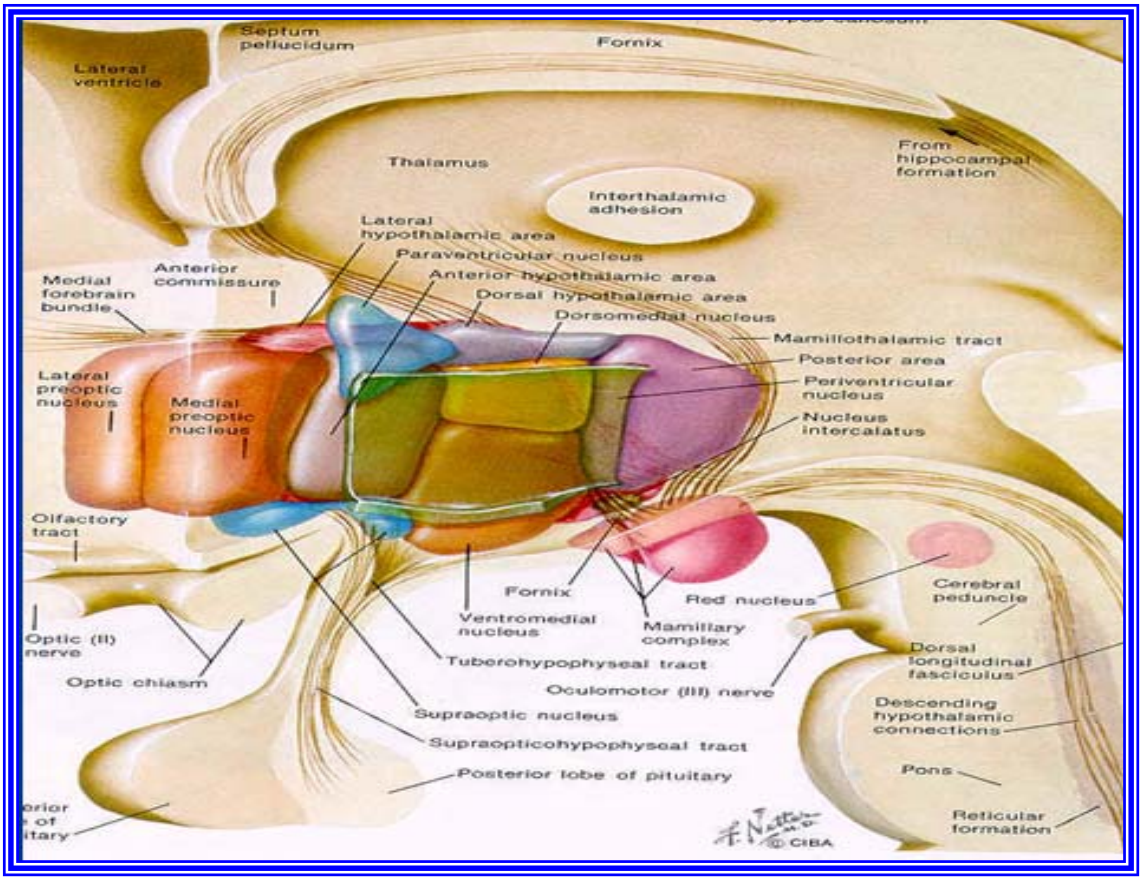
الفص الأمامي للغدة النخامية والذي يسمى أيضاً adenohypophysis هو الذي يحول tranaducer الرسالة المستلمة عن طريق الـ GnRH. الخلايا المغذية للقند gonadotrophic cells تستجيب للزيادة في تكرار النبضة وارتفاع نبضة الـ GnRH في الدم البوابي من خلال زيادة إفراز الـ LH والـ FSH في الدورة الدموية العامة general circulatory system.

في الدجاج الناضج جنسياً، تحدث نبضات الـ GnRH بصورة نموذجية بفترات فاصلة من 1 – 3 ساعة وكل حدث episode يستغرق 15 – 60 دقيقة. الزيادة في تراكيز الـ LH في البلازما الناتجة من كل حدث episode لإطلاق الـ GnRH يمكن إن تكون أكثر من 300% من القيم الأساس baseline في الديكة. في الدجاج البياض، من الصعب كشف إطلاق الـ LH لكل حدث episodic release رغم إمكانية الحصول على دليل بالنسبة لتدفق الـ LH (discharge of LH) لكل حدث من الدجاج المستأصل المبيض.

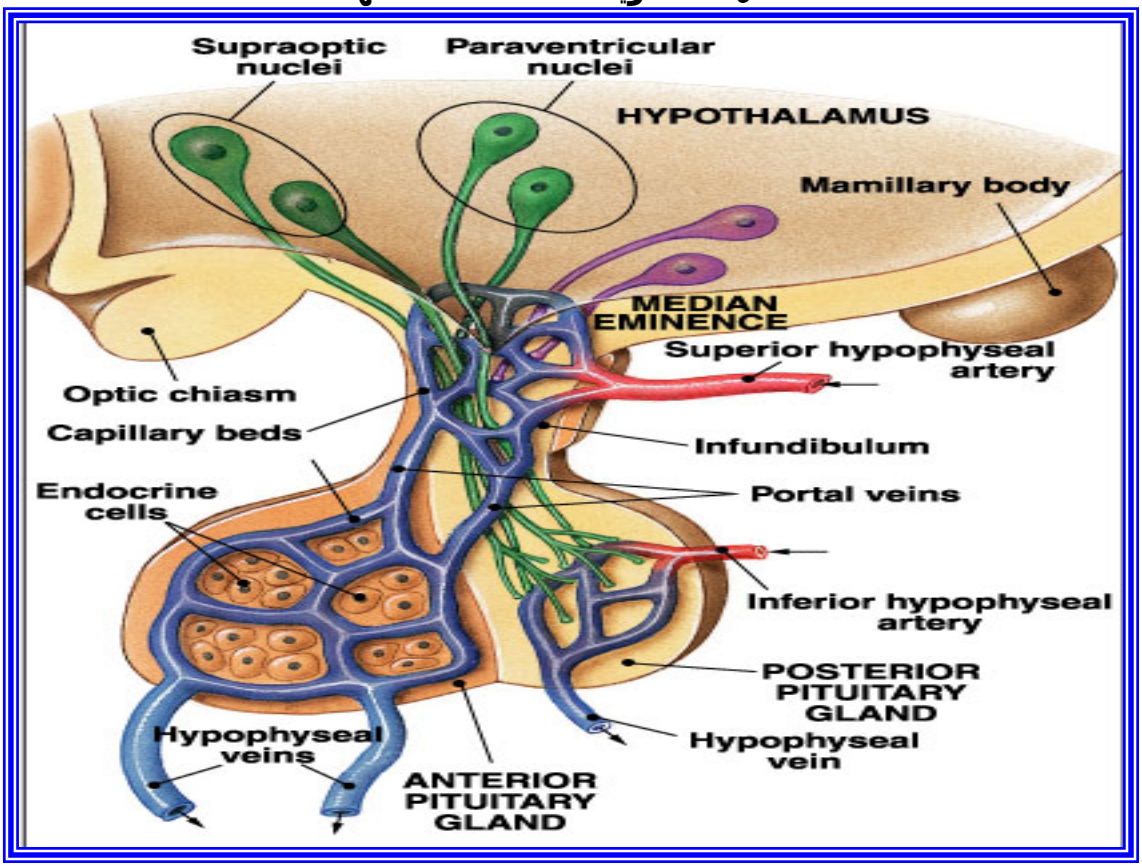
سميت الـ gonadotrophins بسبب تشابهها الفيزياوي والكيمياوي لهرمونات الثدييات، رغم أنه ليس جميع وظائف هرمونات الثدييات يمكن أن تعزى لنظيراتها في الطيور. مثلاً، الوظيفة المحفزة الرئيسية لا يمكن أن تكون معزاة للـ FSH ولا نسيج من الأنسجة المبيضية في الطيور الداجنة يكون مصفر luteinized.

كل من الـ LH والـ FSH هي عبارة عن glycoproteins مكونة من وحدات ثانوية α و β التي ترتبط سوية برابطة غير تساهمية non – covalent bonding. الوحدة الثانوية α هي عامة لكلا الهرمونين والخصوصية في تأثيراتها على الأنسجة ضمن الغدة التناسلية gonad تمنح من قبل تركيب الوحدة الثانوية β.

بالرغم من توفر مستحضرات الكلايكوبروتين منذ 25 سنة إلا إنه أي منها غير متوفر بكمية لغرض تحديد تتابع الأحماض الأمينية فيه. حديثاً، تم التعرف على تتابع الأحماض الأمينية لكل من الـ LH والـ FSH من خلال تتابع النيوكليوتيدات في شفرة الـ DNA المعدة لإنتاجها. غالبية معرفتنا للتأثيرات البايولوجية لهذين الهرمونين اشتقت من دراسات استعملت فيها هرمونات الحيوانات الثديية في الطيور الداجنة أو عندما



شكل 1. الأنوية المختلفة لتحت المهاد.



شكل 2. الأتصال بين تحت المهاد والغدة النخامية .

اختبرت هرمونات الطيور في الاختبارات الحيوية في الثدييات mammalian bioassays، رغم إن المعرفة التي تم الحصول عليها من هذه الطرق هي مفيدة جداً، إلا أنها محددة بصعوبة فصل التأثيرات المحددة بالنوع لمغذيات القند من التأثيرات المحددة بهرمونات الـ LH والـ FSH في الطيور. عموماً، مستحضرات مغذيات القند الثديية تحفز تكوين الستيرويدات من أنسجة الطيور بكفاءة أكثر من مغذيات القند المقابلة لها المعزولة من الغدد النخامية للطيور الداجنة. على العكس، مستحضرات مغذيات القند المعزولة من الغدد النخامية للطيور هي أقل كفاءة من نظيراتها في الثدييات عندما تقارن فعاليتها في الاختبارات الحيوية في الثدييات، وهذه المعلومات يمكن تفسيرها على إنها تشير إلى إن مستحضرات مغذيات القند للطيور هي أقل نقاوة pure من نظيراتها في الثدييات. وهذه المعلومات يمكن أن تفسر أيضاً على إن جزيئات مستقبل مغذيات القند gonadotrophin receptor molecules على أنسجة الطيور تتعامل مع مغذيات القند الثديية بكفاءة أكبر من نظيراتها في الطيور.

عزل تتابع النيوكليوتيدات في شفرة الـ DNA لهذه الهرمونات قد يعطي مستحضرات نقية لمغذيات القند لو كان بالإمكان تصنيع الهرمونات الفعالة بايولوجياً في المختبر من تتابعات الشفرة. على الرغم من أن النشاط النسبي لمستحضرات الـ LH والـ FSH غير مقرر بالتفصيل، فمن المتفق عليه بشكل عام إن كلا الهرمونين ينظمان النمو الحويصلي ويحافظان على الحويصلات الكبيرة المملؤة بالمح في السلسلة hierarchy. الـ LH هو محفز فعال جداً لإنتـ ـاج الستيرويـ ـد من الحويصـ ـلات المتسلسلـ ـة hierarchial follicles ومن الحويصلات غير المتسلسلة non hierarchial follicles والتي تتجدد recruited منها. نمو النبيبات المنوية يحفز أيضاً عن طريق مغذيات القند وإنتاج الستيرويد من أنسجة الخصية يزداد بوجود الـ LH. حقن الـ LH من الثدييات أو الطيور أيضاً يحث على التبويض في الدجاج لكن الـ FSH هو ليس هرمون قوي في الحث على التبويض. في ضوء هذه الملاحظات، يبدو من المعقول الاستنتاج بأن الـ LH يحفز تكوين الستيرويد في أنسجة المبيض والخصية وبدء التبويض في الطيور الداجنة. بغياب المستحضرات النقية لمغذيات القند يصبح من الصعب جداً إثبات فيما لو كانت هذه الخصائص محددة بالـ LH أو أنها تعطى من قبل كل من الـ LH والـ FSH.

تحت بعض الحالات التجريبية، قد يحفز الـ FSH تكوين الستيرويد ويمكن إن يحدث التبويض. في أغلب الحالات، هذه الخصائص قد تكون معزاة إلى وجود الـ LH في مستحضر الـ FSH أو للخصائص الفريدة للهرمون التي يمكن إعزائها لنوع منشأ الـ FSH. الحاجة للحذر عند تحديد الخصائص البايولوجية لمغذيات القند هي أيضاً تؤكد من خلال قدرة الـ ACTH على أحداث التبويض في الدجاج. من خلال الاستقراء من الأسس المقبولة لعلم الغدد الصم في الثدييات، فأن الـACTH ليس له تأثير على تداخل تحت المهاد – النخامية – المبيض والأهمية البايولوجية لهذه الملاحظة لم تثبت بالنسبة للدجاج. على الرغم من التعقيدات التي تفرضها المستحضرات غير النقية لمغذيات القند في الطيور، إلا إنه تم إثبات اختبارات مناعية إشعاعية RIA عديدة لقياس تركيز هذه الهرمونات في الدم. غالبية الاختبارات هي غير متخصصة

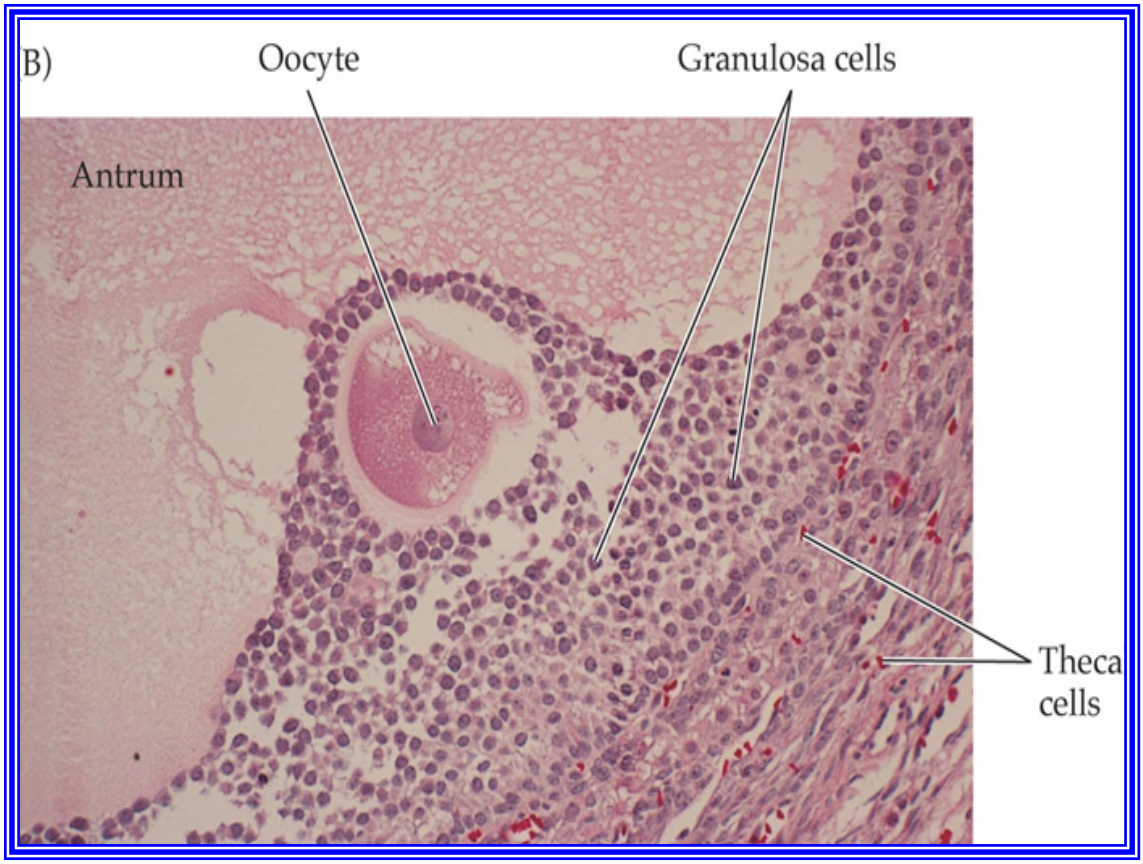
لأن الأنتيجينات المستعملة لإعداد المصول المضادة antisera تحتوي على أشكال متناظرة isoforms متعددة من الـ LH والـ TSH ومن المحتمل FSH. الاستعمال المتسم بحسن التمييز لهذه الاختبارات أعطى معلومات غير مفيدة جداً حول تراكيز الـ LH ذو النشاط المناعي immunoreactive في البلازما في حالات تناسلية مختلفة.

المبيض Ovary:

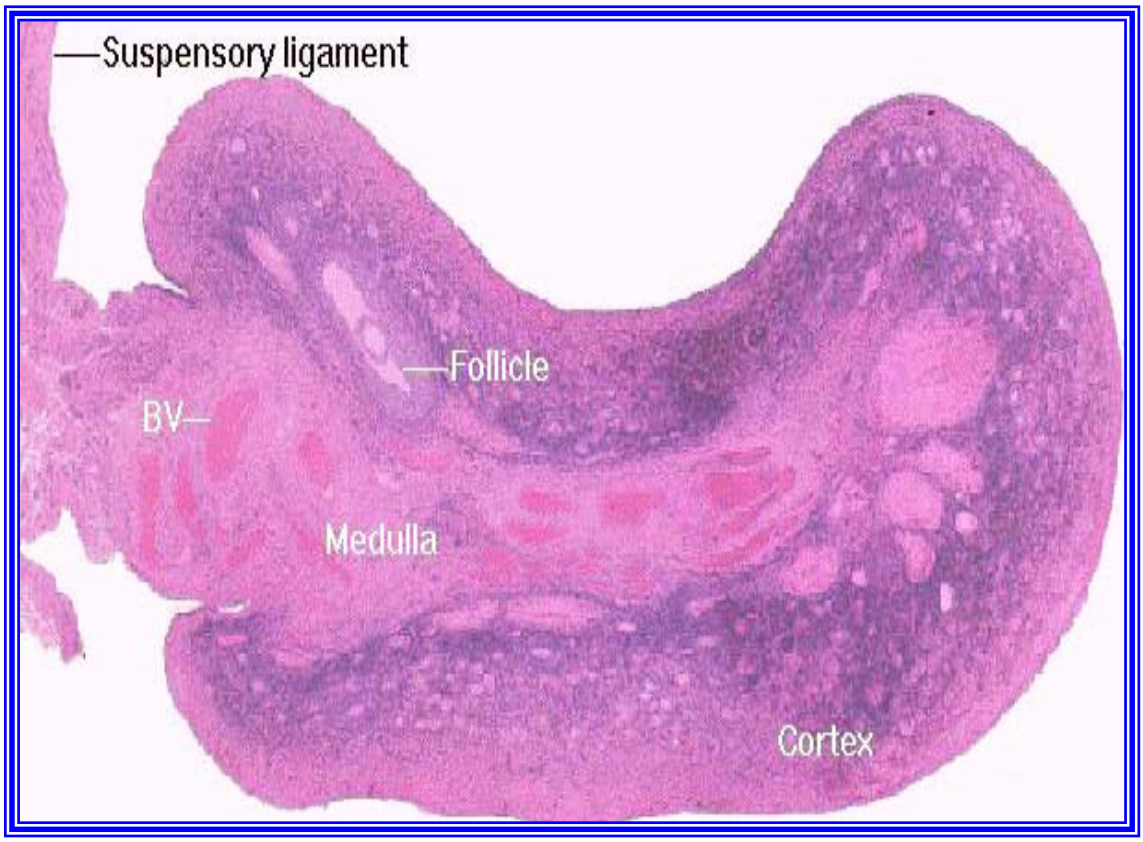
في الدجاج البياض الناضج، المبيض الأيسر هو عضو معقد يحتوي على العديد من الأنسجة المختلفة (الشكلين 3 و 4)، في حين إن المبيض الأيمن يكون غير فعال، تركيب أثـري. طليعـة النواة الأنثويـة female pronucleus تشتق من الخلية الجرثومية الأبتدائية primordial germ cell التي تهاجر إلى الغدة التناسلية gonad في الجنين النامـي بعد إقامـة خـارج الجنيـن لفتـرة وجيـزة extraembryonic sojourn. خلال التطور الجنيني تحاط الخلية الجرثومية الأبتدائية بخلايا من أصل ميزوديرمي mesodermal origin التي تتمايز إلى طبقة خلايا حبيبية granulosa cells. خلايا granulosa تحاط بنسيج قراب theca tissue وتنفصل عنه بغشاء قاعدي basement membrane. يحتوي القراب theca على عدة أنواع من الخلايا ينجز كل منها وظيفة منفصلة. الخلايا الأعمق في الـ theca عبـارة عـن طبقـة مـن الخلايـا الموجبـة لإنزيـم الفوسفاتيز القاعـدي alkaline phosphatase – positive cells التي تقع قرب الغشاء القاعدي، هذه الخلايا قد تكون منتجة للستيرويد في نسيج القراب theca.

تشكل الخلايا الليفية fibroblast cell التركيب الداعم للـ theca وهي نوع الخلايا السائدة في هذا النسيج، تحتوي الـ theca أيضاً على العديد من الألياف العصبية nerve fibres، رغم أن الأهمية الفسلجية لهذه الخلايا لم يتم إثباتها. وقد تلعب دوراً في المحافظة على التسلسل الحويصلي، نظراً لأن إنغراس transplantation المبيض بمحفظة الكلية kidney capsule يغير الشبكة العصبية ضمن الحويصلات ويجعل العديد من الحويصلات تنضج بصورة متزامنة. إنغراس المبيض قد يغير أنظمة فسلجية غير معروفة والتي تؤثر على التسلسل الحويصلي ولذلك يتطلب دراسة إضافية لمعرفة دور المدخلات العصبية neural inputs للحويصلات. على الأقل مجموعة ثانوية sub – population من الخلايا ضمن الـ theca تحتوي علـى B – actin والذي يشير إلى إن هذه المجموعة من الخلايا قد تتقلص لتقذف البويضـة مـن الحويصلـة عند التبويض. نسيـج الـ theca مجهز بالأوعيـة بدرجة كبيرة highly vascularized خصوصاً في الحويصلات الناضجة في التسلسل المملوء بالمح لتسهيل انتقال سليفات المح yolk precursors من موقع تصنيعها في الكبد إلى المبيض.

التجهيز الشرياني للحويصلة يشكل شبكة في الطبقات الخارجية من الـ theca بإستثناء منطقـة فـي قمـة الحويصلـة تسمى الـ stigma التـي تتشقـق خـلال التبويـض (شكل 5).



شكل 3. مقطع عرضي في المبيض .



شكل 4. مقطع طولي في المبيض .

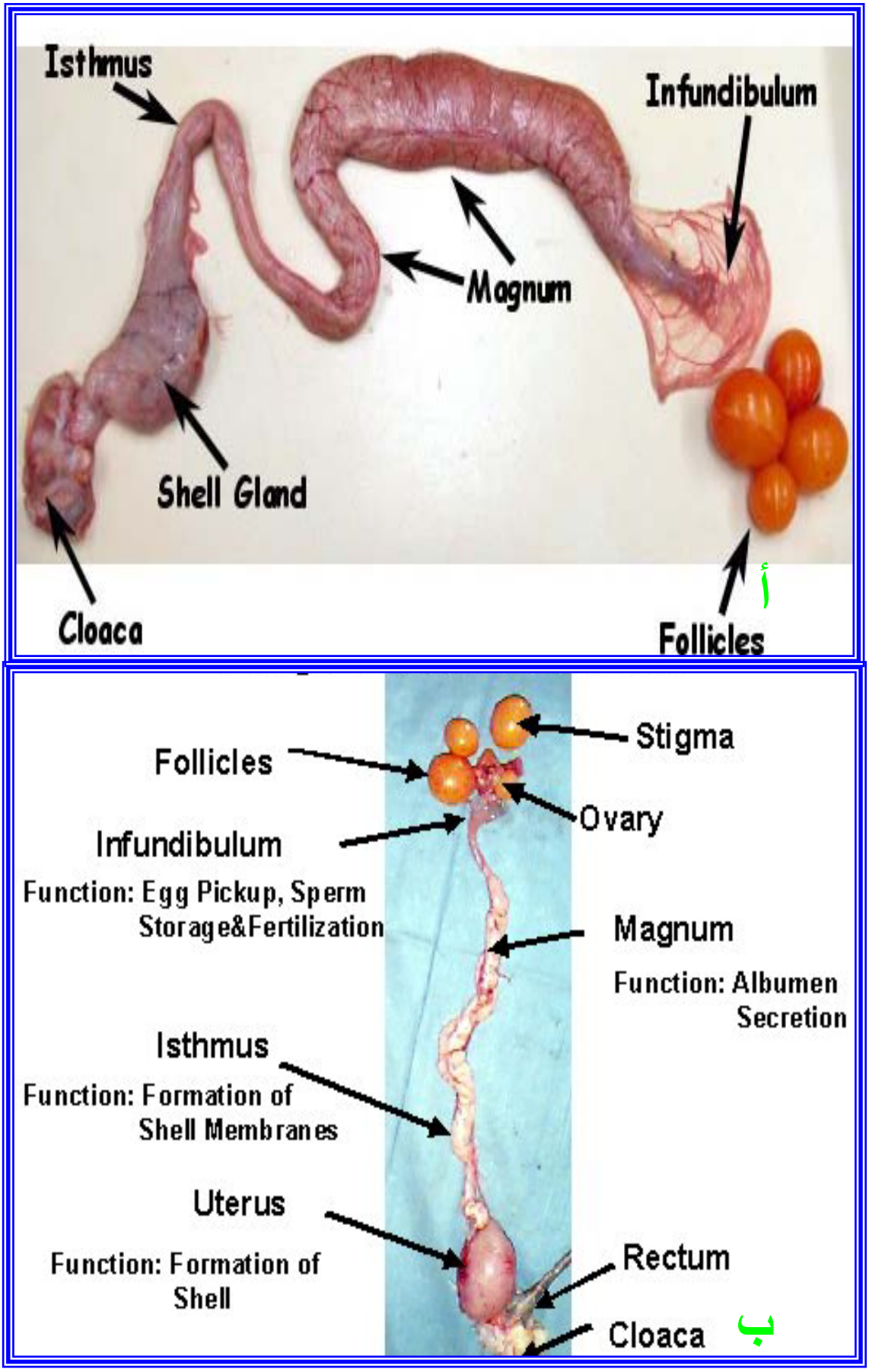
خلال القراب theca، تمتد أفرع دقيقة من الشبكة الشريانية من الطبقات الخارجية للقراب theca externa إلى الطبقات الداخلية للقراب theca interna.

تكوين وترسب المح:

ترسب المح الأصفر يتواصل بسرعة خلال 10 أيام تقريباً قبل التبويض. باستثناء الكلوبيولينات المناعية immunoglobulins التي هي كمياً مكون ثانوي في مح البيضة، يشتق المح الأصفر من أسلاف precursors تصنع من قبل الكبد. إنتاج المكونات الرئيسية للمح يحفز من قبل الإستروجينات ومكونات عديدة للمح تنتج فقط تحت تأثير تحفيز الإستروجين. في دجاجة تنتج بيضة واحدة في اليوم، فأن 19 غم من أسلاف المح تصنع يومياً من قبل الكبد وتنقل إلى الحويصلة النامية عن طريق الدم وتترسب في المح بميكانيكيات مرتبطة بمستقبلات معينة specific receptor – mediated mechanisms.

حوالي 65% من المواد الصلبة في المح هي بشكل معقد بروتين دهني lipoprotein complex التي تعبئ في جسيمات بقطر 27 – 35 نانوميتر، هذه الجسيمات تسمى بالبروتينات الدهنية واطئة الكثافة جداً very low density lipoproteins (VLDL) لأن كثافتها أقل من 1.006 غم/مل، وهي معقد يحتوي على 12% بروتين و 88% دهن، الدهن الموجود في الجسيمات، 70 - 75% منه عبارة عن كليسيريدات ثلاثية triglycerides، 20 – 25% عبارة عن دهون مفسفرة phospholipids و 4% كولسترول cholesterol. تركيب الحامض الدهني للكليسيريدات الثلاثية والدهون المفسفرة يظهر بأن الـ palmitic acid والـ oleic acid هي مكونات أكثر شيوعاً في جسيمات الـ VLDL. تقديرات نسب الأحماض الدهنية تتباين بدرجة كبيرة والتي قد تعكس الاختلافات في تركيب الحامض الدهني للمواد العلفية. الدهون المفسفرة الأكثر شيوعاً هي الـ lecithin والـ cephalins إذ تكون 77% و 18% من الدهون المفسفرة الكلية على التوالي. للمحافظة على إنتاج البيض، يزداد معدل تصنيع الدهون في الكبد حوالي 14 ضعف استجابة لتحفيز الإستروجين.

محتوى البروتين لجسيمة الـ VLDL يحتوي على جزيئة واحدة من الـ apolipoprotein – B (apo – B) وأكثر من 25 جزيئة من الـ apo – VLDL – II. الـ apo – B تنتج في كل من الدجاج البياض وغير البياض لكن معدل التصنيع يزداد بدرجة كبيرة تحت تأثير الإستروجينات عندما يصبح الدجاج ناضج جنسياً خلال فترة إنتاج البيض. على النقيض من ذلك ينتج الـ apo – VLDL – II فقط عند زيادة تركيز الإستروجينات في البلازما. دخول الـ apo – VLDL – II في جسيمة الـ VLDL يقلل حجمها من 55 – 60 نانوميتر، الذي يدور في بلازما الدجاج غير البياض والديكة، إلى 27 – 35 نانوميتر. الانخفاض في حجم الجسيمة الحاوية على الـ apo – VLDL – II يسهل مرورها خلال الثقوب في أوعية vasculature القراب الداخلي theca interna. الثقوب تسلم جسيمات الـ VLDL للصفيحة القاعدية basal lamina التي تعمل كمرشح عند قاعدة النسيج القرابي thecal tissue ويسمح فقط



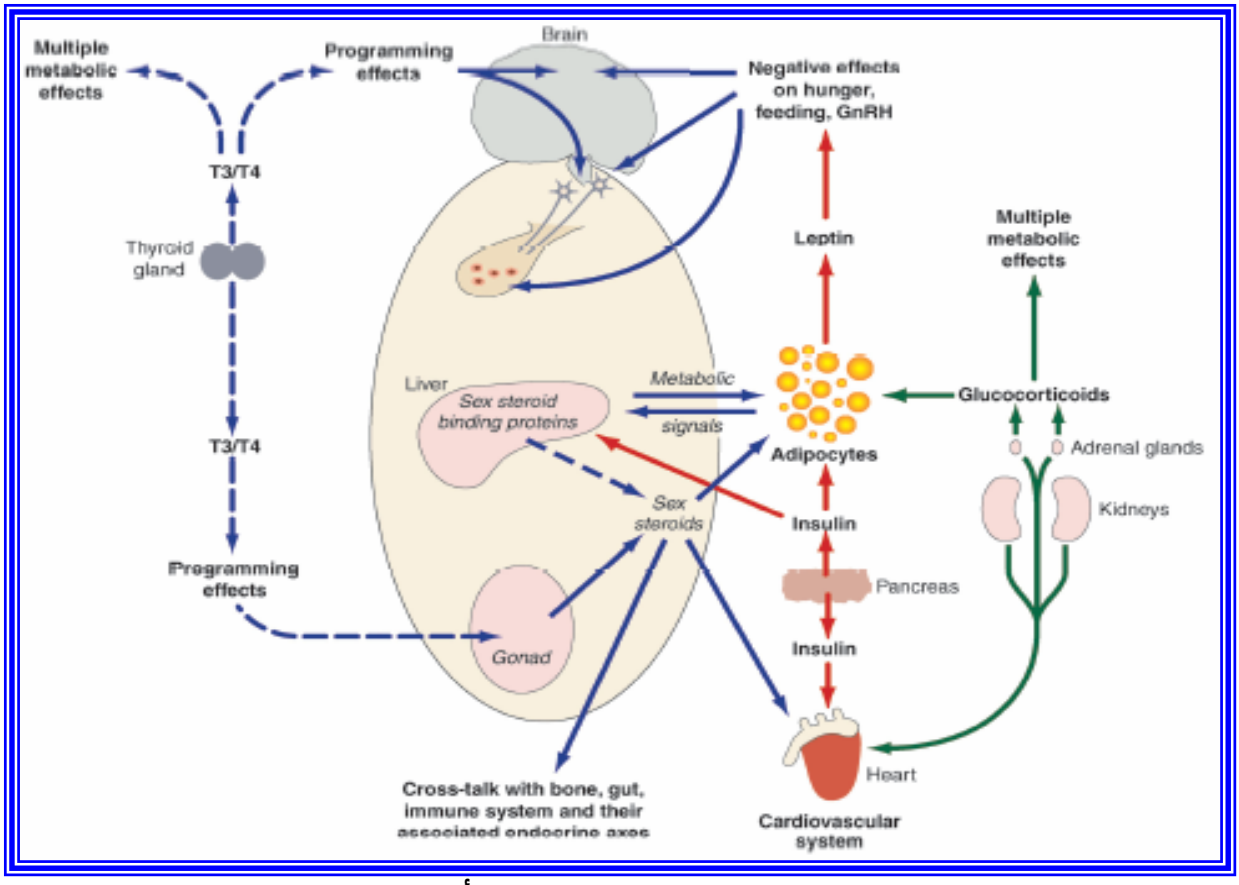
شكل 5 أ و ب. أجزاء ووظيفة كل جزء في الجهاز التناسلي الأنثوي للطيور.

للجسيمات بحجم 40 نانوميتر أو أقل بالوصول إلى غشاء المح vitelline membrane عن طريق قنوات بين الخلايا الحبيبية granulosa cells. إضافة إلى تقليل حجم جسيمة الـ VLDL فأن الـ apo – VLDL – II تعطي مقاومة للهدم بواسطة إنزيم الـ lipoprotein lipase. ويفترض إن هذه المقاومة للهدم تقلل فقدان الـ VLDL في الوقت الذي تمر به الجسيمة من مكان تصنيعها في الكبد إلى الحويصلة المبيضية.

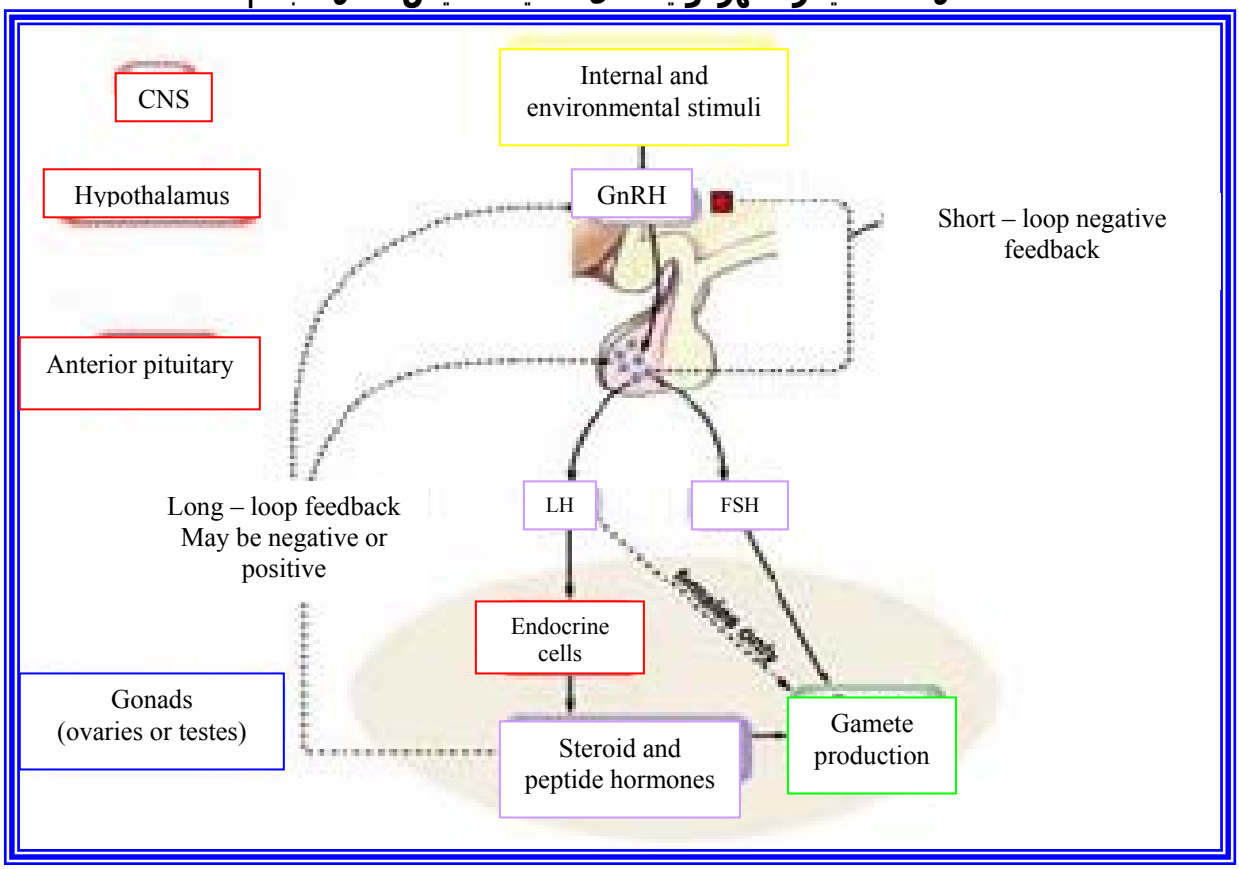
استجابة الكبد للإستروجين (الشكلين 6 و 7) تتضمن إنتاج الـ Vitellogenin الذي يفتقد في الدجاج غير البياض. الـ Vitellogenin يزود أثنين من البروتينات المفسفرة هي الـ phosvitin والـ lipovitellin للمح النامي ويخدم كبروتين ناقل لها خلال البلازما، يحتمل إن يكون هنالك أكثر من جين Vitellogenin gene، ومن المفترض بأن كل جين قد ينتج شكل Vitellogenin مختلف قليلاً، الذي يعطي بالنتيجة أشكال مختلفة من الـ phosvitin والـ lipovitellin في حبيبات المح. أخذ الـ Vitellogenin من قبل البويضة oocyte تتوسطه مستقبلات متخصصة على سطح غشاء المح vitelline membrane.

حوالي 10% من المواد الصلبة في مح البيضة هي بروتينات البلازما المنتجة من قبل الذكور والإناث بصرف النظر عن حالتها التناسلية، في بعض الحالات يكون تركيز البروتينات في مح البيضة أعلى مما في البلازما، ويفترض بشكل عام أنها تتركز في المح عن طريق ميكانيكية أخذ فعالة active uptake mechanism ضمن غشاء المح vitelline membrane. الألبومين albumin هو بروتين البلازما الرئيسي الذي ينتقل بصورة منفعلة passively في حين إن الـ α_2 – glycoprotein يبدو كونه يؤخذ إلى مح البيضة بصورة فعالة actively، من ثلاث أصناف ثانوية subclasses من الكلوبيولينات المناعية يوجد فقط IgG في مح البيضة وهذا يشير إلى وجود ميكانيكية متخصصة انتخابية تنقل المناعة المنفعلة passive immunity للجنين النامي.

من وجه نظر كمية تتجمع عدد من البروتينات الرابطة في البيضة بضمنها بروتينات متخصصة للارتباط بالبايوتين biotin التي تشبه البروتينات المرتبطة بالبايوتين في البلازما، وتختلف عن الـ avidin في بياض البيض الذي يرتبط أيضاً بالبايوتين. بروتينات رابطة متخصصة في البلازما للارتباط بالـ riboflavin، thiamin، vit.A والـ cholecalciferol وجدت في مح البيضة وكذلك البروتين الرابط للـ retinol، prealbumin، transferrin التي تخدم كبروتينات ربط إضافية لفيتامين A والحديد. التحرير الأخير لكل من الـ Vitellogenin وجسيمات الـ VLDL من سطح غشاء المح Vitelline membrane داخل المح ينجز من خلال وجود مستقبلات على سطح البويضة ovum التي تتعرف على الـ apo – B والـ Vitellogenin رغم إنها لا تتعرف على الـ apo – VLDL – II. المستقبل هو جزيئة ذات وزن جزيئي 95000 دالتون مطمورة في غشاء المح والتي ترتبط بمناطق محددة في جزيئات الـ Vitellogenin والـ apoprotein.



شكل 6. السيطرة الهرمونية على عمليات الأيض داخل الجسم .



شكل 7. السيطرة الهرمونية على إفراز الهرمونات الجنسية .

في الدجاج البياض الطبيعي يمكن ملاحظة جسيمات الـ VLDL المرتبطة بالغشاء من خلال المجهز الالكتروني في طريقها للبويضة النامية.

عندما يتم تحميل أجزاء من الغشاء بجسيمات الـ VLDL فأن هذه الأجزاء ستلتف حول نفسها لتكون حويصلة مرتبطة بالغشاء membrane – bound vesicle والتي تنتقل داخل المح. في غضون دقائق بعد انتقال الحويصلة vesicle داخل البويضة oocyte فأن جسيمات الـ VLDL تزال من الغشاء من ثم تنشق الـ apo – B والـ Vitellogenin إلى أربع بروتينات صغيرة وإلى phosvitin و lipovitellin على التوالي عن طريق إنزيم Cathepsin D. هذا الإنزيم ينتج من قبل البويضة النامية ويخزن في عضيوات متخصصة specialized organelles تقع قرب سطح البويضة حيث أن الدهون الواردة تتحلل degraded قبل أن تندمج في كرات المح yolk spheres. في الوقت الذي تنشطر فيه الـ apoproteins فأن الجسيمات particles تندمج بهيئة كرات كبيرة larger spheres تصل إلى 150 µm وتتكون حبيبات المح حول الـ phosvitine والـ lipovitellin.

الغشاء المحيط بالحويصلة vesicle يستعمل لاحتواء كرة المح وغشاء آخر excess membrane يفترض أنه يدور ثانيةً لغشاء المح Vitelline. تكامل وإعادة ترتيب جسيمات الـ VLDL في البلازما داخل كرات المح المتكونة بشكل كامل يكتمل في غضون 20 دقيقة. هذا النمط الملفت للنظر لأخذ uptake كميات كبيرة من المادة يدعم من خلال البروزات الواسعة لغشاء المح Vitelline membrane في المح النامي لزيادة المساحة السطحية المتيسرة لعملية الاشتمال الخلوي المسيطر عليها من قبل المستقبل receptor – mediated endocytosis.

التغير المفاجئ في جين الـ restricted ovulator (*ro*) شخص بأنه طفرة متنحية مرتبطة بالجنس التي تقلل إنتاج البيض لعدد قليل من البيض فقط. الدجاج الذي يعاني منه يمتـ ـ ـ ـلك مستقبـ ـ ـ ـل apo – B / Vitellogenin غير عامل non – functional. ولذلك لا يمكن إن تكون أسلاف المـح yolk precursors معزولة بصورة طبيعية. الخلل defect يحصل بصورة أولية في الذكور الهجينة heterozygous males التي قد تكون غير متأثرة بالطفرة لأن مستقبل الـ apo – B / Vitellogenin يتم التعبير عنه فقط على غشاء المح للبويضة النامية. هنالك شذوذ متنحي جسمي autosomal مشابه ولكنه أقل أهمية يمنع ترسب البروتين الرابط للرايبوفلافين riboflavin binding protein داخل كل من مح البويضة النامية وألبومين دجاج *rd / rd*، بالرغم من أن دجاج الـ *rd / rd* لا يظهر تغيرات مظهرية عامة والتي تكون مرتبطة بالتركيب الوراثي *ro* / – فأنها غير قادرة على التكاثر. نظراً لأن إندماج أي من مكونات مح البيضة يتطلب إستخدام واحدة أو أكثر من البروتينات الرابطة في البلازما و / أو بروتينات مستقبل الغشاء، فأنه ربما من اللافت للنظر بأن شذوذ وراثية كثيرة والتي تعيق الوظيفة التناسلية الطبيعية لم تحدد.

التبويض ovulation:

انطلاق البويضة من الحويصلة follicle عند التبويض يحدث عند انشقاق الستكما stigma ruptures تاركاً الحويصلة بعد الإباضة post - ovulatory follicle مرتبطة بالمبيض (الشكلين 8 و 9). عملية إقصاء expulsion البويضة تسهل من خلال:

1. التركيب الفيزياوي للحويصلة.
2. القدرة الإفرازية للخلايا الليفية fibroblasts في الستكما.

من وجهة نظر تركيبية فأن:

1. الستكما هي أضعف جزء في الحويصلة لأن ألياف الكولاجين collagen fibres تكون موازية لطول الستكما وتنفصل عند انشقاق الستكما، وعلى نقيض ذلك تكون ألياف الكولاجين في بقية جدار الحويصلة متشابكة لتعطي دعم تركيبي.
2. فيما عدا الستكما تكون الحويصلة مغطاة بطبقة خارجية من النسيج الرابط، وإن غياب هذا النسيج في الستكما يسهل التبويض.
3. يعتقد بأن الخلايا الليفية fibroblasts في الستكما هي مصدر لإنزيم الـ collagenase الذي يحطم ألياف الكولاجين وإنزيمات الـ proteases الأخرى التي تضعف الاتصالات بين الخلايا لتسهيل الانشقاق الحويصلي follicular rupture.
4. ألياف الكولاجين مرتبطة بالـ fibronectin التي هي جزيئة التصاق الخلية cell adhesion molecular التي تخدم كمرتكز لمكونات الأنسجة الحويصلية لبعضها البعض. في الوقت الذي تنشق فيه الحويصلة يعتقد بأن الـ fibronectin يتم تحطيمه إنزيمياً من خلال إنزيمات الـ cathepsins المنطلقة من اللايسوسومات lysozomes في الخلايا الليفية fibroblasts للنسيج القرابي theca tissue.
5. إقصاء البويضة يدعم من خلال تقلصات الليفات العضلية myofibrils في جدار الحويصلة.

هذه الخصائص الفسلجية والتشريحية تؤدي عادة إلى انشقاق الحويصلة في منطقة الستكما غير الوعائية avascular stigma. أحياناً ينشق الجدار الحويصلي في منطقة حاوية على الأوعية vascularized الأمر الذي يؤدي إلى تدفق الدم على سطح البويضة. وهذه الحالة الفسلجية يعرفها المستهلكين بتسمية البقع الدموية blood spots وهي حالة غير مرغوبة بالنسبة للمستهلك. وهذا العيب يغير فقط الحكم الجمالي aesthetic appeal للبيضة نظراً لأن خلايا الدم erythrocytes بشكل عام هي مكونات مقبولة وأساسية للعديد من الأغذية.

تنفصل البويضة من المبيض محاطة بغشاء المح Vitelline membrane وطبقة حول المح perivitelline layer التي تم ترسيبها من قبل الخلايا الحبيبية granulosa cells خلال النمو الحويصلي. في الساعتين التي تسبق التبويض تزال امتدادات أغشية الخلايا الحبيبية granulosa cells التي تبرز داخل

سايتوبلازم المح، تاركةً الخلايا الحبيبية مرتبطة بالغشاء القاعدي basement membrane الذي يفصل القراب theca عن أنسجة الـ granulose. لذلك بعد التبويض مباشرةً تحتوي حويصلة ما بعد التبويض post – ovulatory follicle جميع الأنسجة الصمية والتركيبية التي كانت موجودة في أكبر حويصلة قبل التبويض largest pre – ovulatory follicle قبل انطلاق البويضة مباشرةً.

الحويصلة بعد التبويض post – ovulatory follicle:

الحويصلة بعد التبويض هي تركيب مبهم في الطيور. في الدجاج تبدأ الحويصلة بعد التبويض بالانحلال خلال يوم بعد التبويض، وخلال 6 – 8 أيام بعد التبويض يكون من الصعب إيجاد هذا النسيج في المبيض. لأن الحويصلة بعد التبويض في الطيور والجسم الأصفر corpus luteum في الثدييات متشابهة من الناحية التشريحية، كانت هناك محاولات متعددة لتحديد بعض أو جميع خصائص الجسم الأصفر بالنسبة للحويصلة بعد التبويض في الطيور.

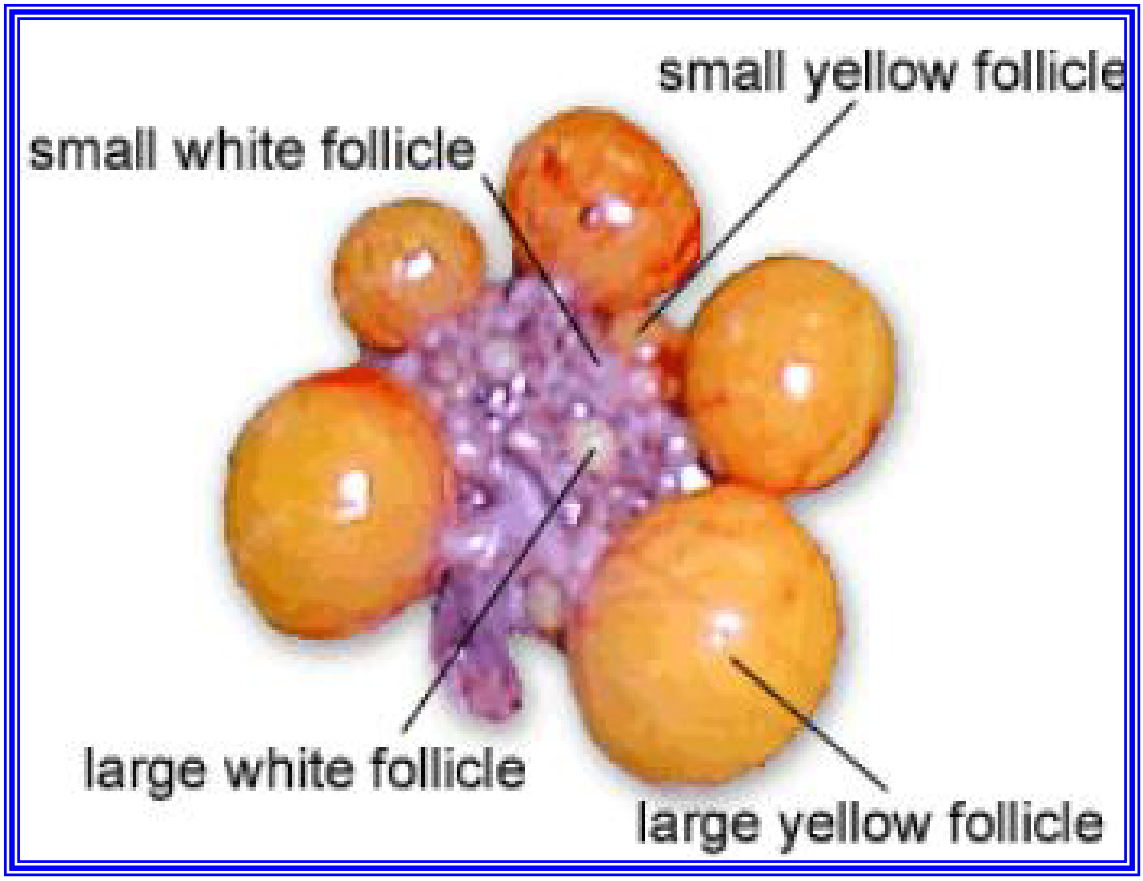
الحويصلة بعد التبويض تحتفظ بقدرتها على إنتاج الستيرويدات Steroids وتصنيع البروستاكلاندينات Prostaglandins لمدة 24 ساعة على الأقل رغم إنه من غير الواضح كفاية الدم الذي يتدفق خلال الحويصلة بعد التبويض لدعم الوظيفة الصمية بدرجة كبيرة. إزالة الحويصلة بعد التبويض أو الخلايا الحبيبية granulosa cells للحويصلة بعد التبويض يمكن إن تؤخر عملية وضع البيضة oviposition وهذا يشير إلى إن الأنسجة الموجودة في هذا التركيب تنتج هرمون يشترك في إقصاء البيضة من غدة القشرة shell gland.

تصنيع الستيرويدات من قبل الحويصلات المبيضية:

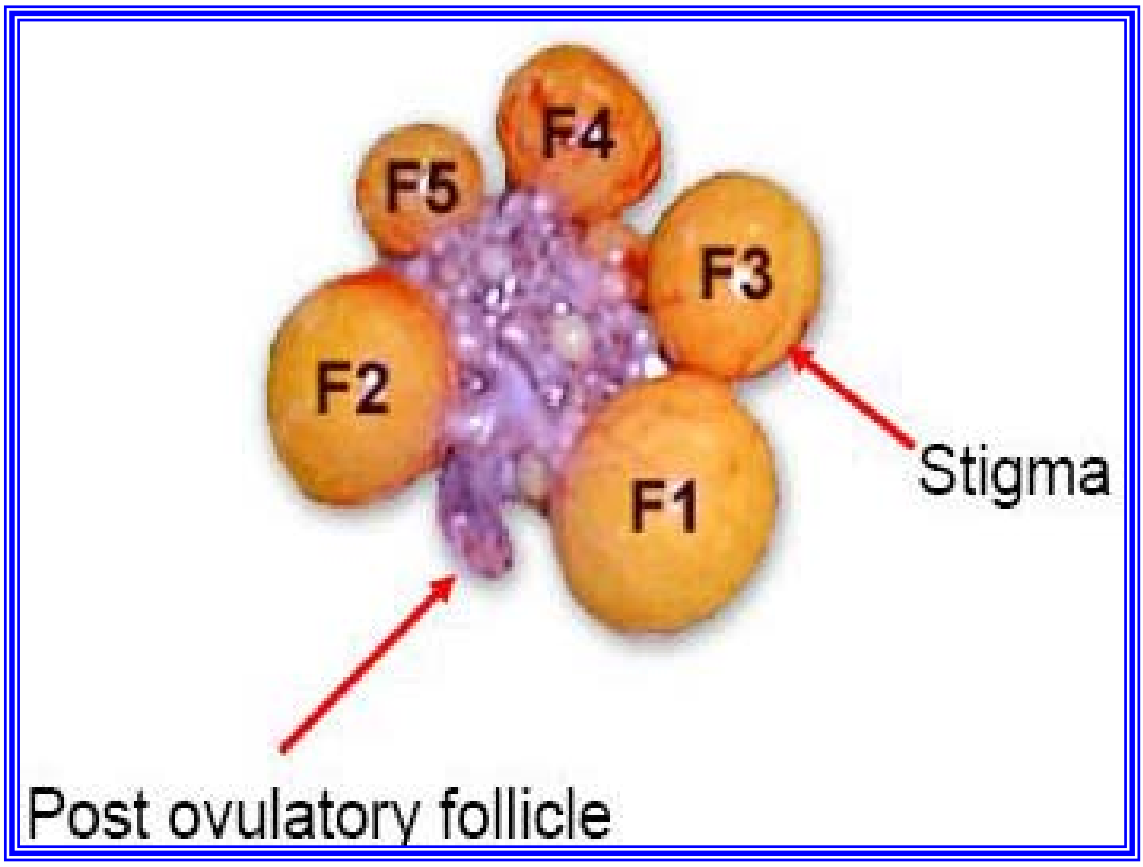
عند الفقس، مبيض الفرخ يحتوي على آلاف من الحويصلات وكل منها لها القابلية على إن تصبح مح لبيضة. الدجاج الوحشي feral chicken والدجاج البياض من عروق منتخبة بدرجة عالية قد يضع 150 – 200 و 2000 – 3000 بيضة على التوالي خلال فترة حياتها المتوقعة 7 – 10 سنوات. لذلك أغلب الحويصلات لا يتم تبويضها لكن تبدو أغلبها يشترك في إنتاج الهرمونات الستيرويدية من المبيض.

في مرحلة مبكرة من التطور الحويصلي التي لم يتم التعرف عليها لحد الآن، تبدأ الحويصلات المبيضية الصغيرة بإنتاج الاستروجينات Oestrogens والاندروجينات androgens وعلى مقربة من النضج الجنسي فأن إنتاج هذه الهرمونات يحفز:

1. ترسيب الكالسيوم في العظم اللبي medullary bone.
2. تطور الريش الخاص بالإناث female – specific plumage.
3. إنتاج أسلاف المح من قبل الكبد.
4. تطور القناة التناسلية.



شكل 8. حويصلات مبيضية في مراحل مختلفة من النمو .



شكل 9. حويصلة بعد حدوث عملية الأباضة .

5. تطور الصفات الجنسية الثانوية الأخرى مثل العرف comb والمهماز spurs.
6. تلين softening وتوسع عظام الحوض pupic bones.
7. ترسب الصبغة في المنقار والسيقان وحول المخرج.

كل من هذه الصفات الجنسية الثانوية بالإمكان استعمالها للإشارة إلى بدء إنتاج البيض وإدامته. النسيج القرابي thecal tissue للحويصلات الصغيرة التي لم تبدأ باحتجاز المح هو موقع تصنيع الـ progestine والـ androgens والـ oestrogens وإن الخلايا الحبيبية grnaulosa cells لا تساهم في تصنيع الستيرويدات عند هذه المرحلة من التطور.

مسالك التصنيع الحيوي التي تؤدي إلى إنتاج الـ androgens والـ oestrogens يشترك فيها إما الـ progesterone أو الـ 17 α - hydroxypregenenolone وإن كلا هذين الهرمونين تنتج من قبل أو يمكن استغلالها من قبل الخلايا القرابية المولدة للستيرويد Steroidogenic thecal cells في الحويصلات الصغيرة، وإن إفراز الستيرويد من الحويصلات الصغيرة محدد بالـ androgens والـ oestrogens. عندما تبدأ الحويصلات باحتجاز المح sequester yolk، ينخفض إنتاجها للإستروجينات oestrogens، وعند وقت التبويض تفرز كمية قليلة من الـ oestrogen من قبل الحويصلة. يزداد إنتاج الـ androgens بعد دخول الحويصلة الممتلئة بالمح yolk – filled hierarchy ويصل الحد الأعلى maximum عندما تحتل الحويصلة الموقع F3. في غضون 16 ساعة بعد إن تدخل الحويصلة الموقع F1 ينتهي إنتاج الـ androgenas. في الوقت الذي ينخفض إنتاج الـ androgens والـ oestrogens خلال إمداد المح داخل الحويصلات المتسلسلة hierarchial follicles فأن إنتاج البروجسترون من قبل الخلايا الحبيبية granulosa cells يزداد. عند وقت التبويض فأن الخلايا الحبيبية granulosa للحويصلة F1 تكون قد حققت الحد الأعلى للقدرة على إنتاج البروجسترون.

الغدة الكظرية ووظيفة المبيض:

العلاقات المتداخلة بين المبيض والغدة الكظرية للدجاجة هي موضع بحث العديد من الدراسات. الغدة الكظرية اليسرى مطمورة ضمن المبيض والحويصلات المبيضية مجهزة بدرجة وفيرة بالأعصاب المنتجة للكاتيكول أمينات catecholaminergic nerves. نهايات العصب تكون واقعة على مقربة من الخلايا المنتجة للستيرويد في النسيج القرابي thecal tissue، وهذا يشير إلى أن عملية تصنيع الستيرويدات تنظم عصبياً. عدد من الأبحاث الفسلجية أعطت أدلة تفصيلية على إن الغدة الكظرية قد تؤثر على وظيفة المبيض. مثلاً حقن الـ corticosterone، deoxycorticosterone والـ ACTH ستحدث تبويض في الدجاج. إضافة الـ catecholamines للحويصلات في المختبر *in vitro* لوحظ أنه يؤدي إلى بدء عملية التبويض. حقن metyrapone يمكن إن يؤثر على توقيت التبويض، وحقن الـ dexamethazone يمنع التبويض block ovulation. النمو غير المنتظم للحويصلات في التسلسل المبيضي ovarian hierarchy

عندما يزدرع transplanted المبيض على الكلية ويفقد مدخلاته العصبية يشير إلى إن التجهيز العصبي المنتج للكاتيكول أمينات catecholamines innervation للمبيض قد يكون أساسي للمحافظة على التسلسل الحويصلي.

دورة التبويض The ovulatory cycle:

تحدث عمليات التبويض على شكل سلاسل sequences والتي تختلف في الطول من بيضتين إلى أكثر من 360 بيضة. معدل إنتاج البيض يعتمد على طول السلسلة ولذلك العوامل الفسلجية المسيطرة على طول السلسلة هي ذات أهمية أكبر لصناعة الدواجن.

دورة التبويض للدجاجة تعرف على أنها الفترة الفاصلة بين عمليات التبويض المتعاقبة (الشكلين 10 و 11). بطرح الأوقات المتعاقبة للتبويض، فأن أطوال دورات التبويض بالإمكان حسابها وهي ممثلة لسلاسل ذات 2 – 6 بيضة. إختبار أطوال دورات التبويض يظهر بأنها تتباين من الحد الأدنى 25.12 ساعة إلى الحد الأعلى 28.53 ساعة ضمن هذه السلاسل. التبويض الأخير في السلسلة يفصل بفترة 40 ساعة تقريباً من التبويض الأول للسلسلة اللاحقة لأنه ينقضي يوم كامل لا يحصل خلاله التبويض (شكل 10). يتضح من أوقات التبويض إن الانشقاق الحويصلي محدد بحوالي 8 ساعات من اليوم ويبدأ تقريباً في الساعة الـ 6 صباحاً وينتهي تقريباً في الساعة الثانية ظهراً. فترة الـ 8 ساعات التي يحصل خلالها التبويض تلقائياً تسمى بالفترة المفتوحة open period، والفترة المفتوحة هي نتيجة الإيقاع اليومي circadian rhythm ولذلك تحدث مرة واحدة فقط خلال كل دورة ضوء – ظلام تحت البرامج الضوئية القياسية. الحد الأدنى لطول دورة التبويض للدجاجة تتم المحافظة عليه تحت برنامج 14 ساعة ضوء : 10 ظلام لتكون 24 ساعة. هذا الحد الأدنى ينجز من قبل نسبة قليلة فقط من الدجاج عندما يكون معدل إنتاج البيض عالي جداً خلال قمة الإنتاج للقطيع.

بالممارسة، من الصعب فنياً تثبيت أوقات التبويض بشكل مباشر. تبويض البويضة الثانية وجميع البويضات اللاحقة في السلسلة تحدث بعد 30 – 45 دقيقة من عملية وضع البيض oviposition للبيضة السابقة وهذه العلاقة تستعمل لتقدير وقت التبويض. في السلاسل ذات 4 بيضات أو أكثر فأن توقيت التبويض الأول للسلسلة يحدد بطرح طول دورة التبويض (تقريباً 27 ساعة) من وقت وضع أول بيضة first oviposition في السلسلة وتستخدم فترة فاصلة أطول قليلاً عندما يكون طول السلسلة أقل من 4 بيضات.

أوقات الإباضة للدجاج، الرومي، السمان الياباني، الحجل Chukar partridge ودجاج غينيا تشير إلى أن نظام الإباضة بشكل سلاسل يكون واضح في جميع هذه الأنواع من الطيور الداجنة، مما يشير إلى ميكانيكيات فسلجية عامة تلعب دور في تنظيم معدل تبويضها. هذه الأنظمة الفسلجية هي فترة مفتوحة تنظم توقيت التبويض ومعدل النضج الحويصلي التي تحدد تقدم التبويض بين كل تبويض متعاقب ضمن السلسلة.

عندما يتم طرح 24 ساعة من الفترة الفاصلة بين أوقات وضع البيض المتعاقبة ضمن السلسلة يتم تقدير التقديم في وقت وضع البيضة نسبةً إلى وقت وضع البيض السابق وهو ما يسمى بالفترة الفاصلة الفردية individual lag، إضافة قيم الفترة الفاصلة الفردية individual lag بالنسبة لجميع أوقات وضع البيض في السلسلة يعطي ما يسمى بالفترة الفاصلة التراكمية cumulative lag. قيم كل من الفترة الفاصلة الفردية individual lag والفترة الفاصلة التراكمية cumulative lag في السلاسل لحد 13 بيضة عندما يتم تحليلها تعطي صفتين مميزة لدورات الإباضة في الطيور الداجنة:

الأولى: إن الفترة الفاصلة التراكمية cumulative lag هي 8 ساعات تقريباً بصرف النظر عن طول السلسلة.

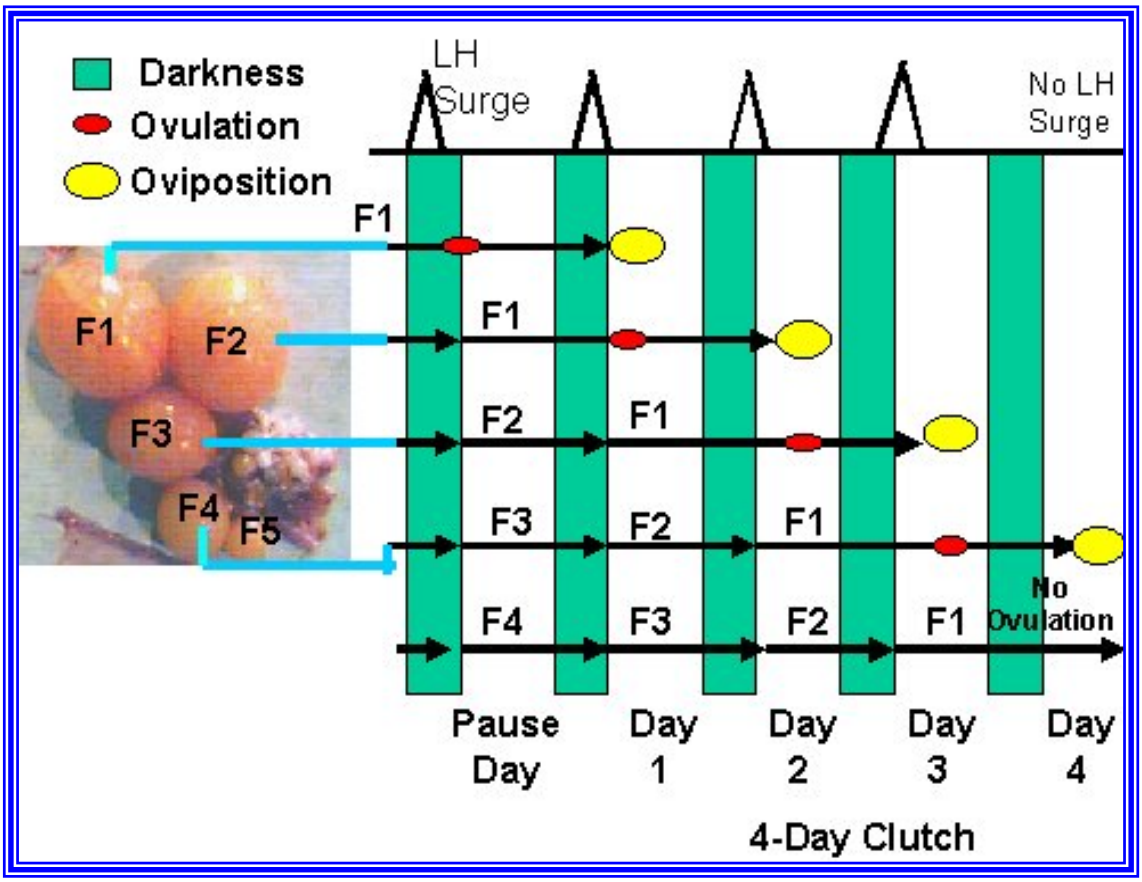
الثانية: إن الفترة الفاصلة الفردية individual lag تكون أكبر في بداية ونهاية السلاسل وفي حدها الأدنى في وسط السلسلة

خصائص دورة الإباضة والسلسلة هذه تعكس التنظيم الصمي والعصبي – الصمي الاستثنائي لوظيفة المبيض التي تتطلب تزامن الأنظمة الفسلجية في تنظيم القدرة على الإباضة استجابةً لدفق هرمون الـ LH قبل الإباضة preovulatory LH surge بمرحلة ملائمة للإيقاع اليومي التي تحدد تكوين دفق الـ LH قبل الإباضة بفترة 8 ساعات من اليوم.

الفترة المفتوحة لانطلاق هرمون الـ LH (The open period for LH release):

غياب المعلومات الدقيقة المتعلقة بالطريقة التي من خلالها يمنع تولد دفق الـ LH قبل التبويض preovulatory surge of LH خلال الـ 16 ساعة من اليوم (أو يسهل خلال 8 ساعات من اليوم) حال دون وصف الفترة المفتوحة لإطلاق الـ LH في الطيور المفردة individual birds وحدد فهمنا للفترة المفتوحة بالنسبة للنتائج المأخوذة من استجابات قطعان الدجاج لدورات الضوء – ظلام. هذه الدراسات تشير إلى إن الفترة المفتوحة لإطلاق الـ LH هي إيقاع يومي circadian rhythm.

تحول shift طور الإيقاع اليومي المرافق لدورة الضوء – ظلام والعديد من التجارب، أوضحت بأن تقديم أو تأخير البرنامج الضوئي سبب تحول shift في وقت التبويض ovulation. ومن المعروف أيضاً بأن الإيقاعات اليومية circadian rhythms تتكيف للبرامج الضوئية ahemeral بين 21 و 30 ساعة. توزيعات أوقات التبويض تشير إلى إن دورية periodicity الفترة المفتوحة لإطلاق الـ LH تساوي فترة دورة الضوء – ظلام ولذلك أثنين من ثلاث متطلبات نظرية للإيقاعات اليومية تلبى من خلال استجابات الفترة المفتوحة لتغيرات البرنامج الضوئي. المتطلب النظري الثالث هو، إن الإيقاعات اليومية ستكّون تعاقب حر run – free بغياب الدور البيئي، يكون إيضاحه صعب جداً. بالرغم من إن الإباضة تحصل خلال اليوم الشمسي 24 ساعة عندما توضع في إضاءة ثابتة أو ظلام ثابت، فأنه تحصل إعداد إباضة أكثر من المتوقع خلال 8 ساعات مشروطة modal 8h من التوزيع،



شكل 11. دورة التبويض التي تبدأ بعملية الأباضة وتنتهي بعملية وضع البيض .

ونظراً لأن عمليات وضع البيض لم تتوزع بشكل متساوي خلال اليوم بغياب دورة الضوء – ظلام فقد أقترح بأن الدجاج يمتلك ميكانيكيات حساسة جداً لكشف التغييرات الليلية والنهارية الأخرى في البيئة الفيزياوية مثل درجة الحرارة، الضوضاء ودورات التغذية والتي من الصعب، أن لم تكن مستحيلة، إزالتها من البيئات التجريبية. أمكن إنشاء ما يسمى بالصناديق المخادعة Skinner boxes لعزل الدجاج بصورة انفرادية من البيئة ولكن الصعوبة في قياس الفترة المفتوحة في دجاجة مفردة تجعل هذه الطريقة غير عملية. بالرغم من الفشل في إعزاء الخصائص المسماة بالتعاقب الحر free – running properties للفترة المفتوحة، فأن الانسجام العام بين توقعات الإيقاع اليومي والفترة المفتوحة يعطي أساس جيد يمكن إن يبنى عليه الفهم النظري لدورة الإباضة.

موقع الفترة المفتوحة ضمن البرنامج الضوئي له علاقة وثيقة بالتحول من فترة الضوء photophase إلى فترة الظلام scotophase. العلاقة بين التحول من الضوء lights – on إلى الظلام lights – off (يعني الغسق dusk)،تشير إلى إنه تحت البرامج الضوئية القياسية 14 ضوء : 10 ظلام، فأن معدل وقت وضع البيض هو تقريباً 15 ساعة بعد الغسق. توسيع أو تقليص فترة الضوء إلى 18 أو 6 ساعات يزيد أو يقلل معدل وقت وضع البيض بمقدار 4 و 3 ساعات على التوالي. تحت دورات الضوء أقل من 24 ساعة short ahemeral cycles، فأن دقة العلاقة بين الغسق ومعدل وقت وضع البيض لم تتضح من خلال التوزيع الواسع في أوقات وضع البيض رغم إن الوقت المشروط modal time لوضع البيض يبقى بعد 15 ساعة من الغسق تحت برنامج 14 ضوء : 7 ظلام. تحت البرامج الضوئية أكثر من 24 ساعة long ahemeral photoschedules، يلاحظ تحت برنامج 14 ضوء : 14 ظلام هناك توزيع ضيق جداً في أوقات وضع البيض ولكن معدل وقت وضع البيض يقل إلى 8 ساعات بعد الغسق. أهمية التحول من الضوء إلى الظلام يمكن إن تكون مقدرة من خلال تقليل فترة الظلام إلى الحد الأدنى في الوقت الذي تتم فيه ملاحظة قدرة البرنامج الضوئي في تنظيم طور الفترة المفتوحة لإطلاق هرمون الـ LH. إن أقل من ساعة ظلام كافية لتزامن توقيت إطلاق هرمون الـ LH في أغلب الدجاج وإن التوزيع في توقيت الإباضة للدجاج المعرض لـ 1.25 ساعة ظلام هو غير مختلف عن التوزيع في توقيت الإباضة للدجاج المعرض لفترات ضوئية تقليدية. البرنامج الضوئي التقليدي لدجاج البيض التجاري هو 14 ضوء : 10 ظلام إلى 17 ضوء : 7 ظلام وتحت هذه الظروف فأن الدجاج يضع بيضه في العادة في ساعات الصباح المبكرة من فترة الضوء. تحت العديد من البرامج الضوئية فأن الدجاج يضع بيضه في الظلام، مثلاً الدجاج في البرنامج الضوئي 14 ضوء : 7 ظلام يضع العديد من البيض مباشرةً بعد الغسق والدجاج في البرنامج الضوئي 14 ضوء : 14 ظلام يضع جميع بيضه في الظلام. لو إن فترة الظلام في اليوم التقليدي 24 ساعة تم زيادتها إلى 14 ساعة فأن العديد من عمليات وضع البيض تحدث في الظلام وفي البرنامج الضوئي 4 ضوء : 20 ظلام فأن أغلب البيض يوضع في الليل. تحت البرامج الضوئية المجزأة

split photoschedules يمكن إن يكون وضع البيض مندفع داخل فترة الظلام من خلال توزيع فترات الظلام إلى ساعتين مشروطة modal 2h من التوزيع لأوقات وضع البيض.

تحت برامج الإضاءة المتقطعة مثل 14 ضوء (0.25 ضوء : 0.75 ظلام): 10 ظلام، فإن 75% من البيض تقريباً يوضع في فترات الظلام، لذلك من الواضح بأن وقت وضع البيض هو غير محدد بالجزء المضيء من البرنامج الضوئي. توقيت وضع البيض هو نتيجة فسلجية صريحة للإيقاع اليومي الذي يحدد دفق الـ LH قبل الإباضة بفترة 8 ساعات من اليوم. ينظم طور هذا الإيقاع في العادة من خلال التحول من الضوء إلى الظلام، رغم إن العلاقة بين التحول من الضوء إلى الظلام والوقت المشروط لوضع البيض يمكن إن تكون محورة خصوصاً عن طريق دورات الضوء – ظلام التي لا تساوي 24 ساعة (ahemeral). تحت دورات الضوء – ظلام لمدة 24 ساعة، فأن الفترة الفاصلة lag تكون أطول في بداية ونهاية السلاسل وأقصر في وسط السلاسل. هذه الملاحظة فسرت كدليل يشير إلى إن الإيقاع اليومي ينظم بداية threshold الأحداث العصبية الصمية التي تتوج بتوليد دفق الـ LH قبل الإباضة. رغم إن موقع البداية لم يتم التعرف عليه تشريحياً أو فسلجياً، فأن الموديل الرياضي المعتمد على الفكرة التي تقول بأن الفترة المفتوحة هي بداية تتزايد وتتناقص إستناداً لطور الإيقاع اليومي يتنبأ بوقت الإباضة بدقة عالية. رغم إن التوافق بين الموديل الرياضي والحقيقة لا يثبت وجود قياس يومي، فأنه يدعم الأقتراح الذي يقول بأن الفترة المفتوحة هي بداية في الأحداث العصبية الصمية التي تنظم حدث الـ LH قبل الإباضة.

الفصل الخامس

التلقيح الاصطناعي

التلقيح الاصطناعي Artificial insemination:

ضمن هيكل صناعة الدواجن، وجد التلقيح الاصطناعي تطبيق مشتت sporadic application، أنه طريق الاختيار method of choice بالنسبة للمختصين بالوراثة للمحافظة على التزاوجات المنسبة pedigreed matings وبذلك فأنه أوجد تطبيق استثنائي في أصول الدواجن primary breeding. في إنتاج قطعان الدجاج البياض جميع الأجيال اللاحقة يتم الحصول عليها عن طريق التزاوج الطبيعي لأن معدل الإخصاب لا يمكن إن يكون متفوق باستعمال التلقيح الاصطناعي. الانتخاب الوراثي للرومي عريض الصدر broad – breasted turkey أنتج طيور غير قادرة جسدياً على التزاوج بصورة طبيعية (شكل 1). ويستعمل التلقيح الاصطناعي حصراً لإنتاج البيض المخصب في إنتاج الرومي. ممارسة التلقيح الاصطناعي في صناعة فروج اللحم في حالة تطور في الوقت الحاضر وليس واضحاً لحد الآن كيف يمكن أن يتوحد الطلب على فروج اللحم عريض الصدر والسريع النمو مع الحاجة للبيض المخصب.

من الواضح بأن الوقت المتطلب لإنتاج فروج لحم بوزن 2 كغم أنخفض تقريباً يوم واحد لكل سنة بين عامي 1950 و 1990، وإن استقراء هذا الانخفاض يشير إلى إن فروج اللحم بوزن 2 كغم سوف يسوق بعمر يوم واحد بعد الفقس عام 2025. ومن الواضح بأن هذا التنبؤ غير منطقي ولكن ليس واضحاً المدى البايولوجي الذي تتقلصت به هذه الزيادة الخطية في معدل النمو الملحوظ خلال الأربعين سنة الماضية. في نفس الوقت ابتُكرت مجموعة جديدة من الممارسات الإدارية تلائم أمهات فروج اللحم ثقيلة الوزن التي تتطلب التوزيع الدقيق للعلف للسيطرة على النمو ومنع ترسب الدهن في الأمهات في جميع مراحل الإنتاج. الحجم الكبير لأمهات فروج اللحم يقلل الخصوبة والقدرة على التزاوج ويتوقع بأن الخصوبة تستمر بالانخفاض مع استمرار حجم الجسم بالزيادة.

التلقيح الاصطناعي يمكن إن يكون جزء من أنظمة إدارية كفوءة ومتطورة جداً لتعظيم الكفاءة التناسلية في أمهات فروج اللحم. مستوى التطور الفني المطلوب لمواصلة برنامج تلقيح اصطناعي كفوء والكلفة المرافقة له، على أية حال، ثبط التطبيق واسع المدى لهذه التكنولوجيا. تأريخياً، تطبيق التكنولوجيا ثبط من خلال التدهور السريع في قابلية الإخصاب للسائل المنوي المخزون أما بحالة سائلة أو مجمدة. التطورات الحديثة في تكنولوجيا السائل المنوي، على أية حال، أعطت طرق ملائمة لحفظ السائل المنوي لمدة 24 ساعة بدون حصول فقد في الخصوبة وهذه الطرق يمكن استعمالها لإعادة تنظيم هيكل الصناعة. السائل المنوي يمكن إن يوزع من أقل من 20 مركز في العالم بحيث تكون مواقعها ضمن 24 ساعة من المناطق الرئيسية لإنتاج أمهات فروج اللحم، وبذلك يسوق السائل المنوي وليس أفراخ خط الذكور لقطعان أمهات

شكل 1. فشل عملية التزاوج الطبيعي في الديك الرومي بسبب الأختلاف الكبير في حجم كل من الذكر والأنثى .

شكل 2. استخدام التلقيح الأصطناعي بين ذكور بط المسكوفي وأناث البط الأعتيادي.

فروج اللحم. الاستعمال المكثف للتلقيح الاصطناعي سيقلل عدد الذكور المتطلبة لكل مرحلة في الهيكل وبالنتيجة نسبة عالية من الذكور المتفوقة وراثياً يمكن إن تستعمل في كل جيل. إضافة إلى ذلك، مؤسسات الأصول primary breeding organization ستمتلك سيطرة كبيرة على توزيع قطعانها. في حالة تطور بنية الصناعة المناسبة والفائدة الاقتصادية، من المحتمل بأن التلقيح الاصطناعي سيستعمل بمدى أكثر توسعاً في صناعة فروج اللحم في المستقبل.

في أنواع أخرى من الطيور الداجنة، يستعمل التلقيح الاصطناعي بشكل واسع للتغلب على خصائص سلوك تزاوجها، مثلاً، نسبة الذكور : الإناث في دجاج غينيا هي أقل مما في الأنواع الأخرى من الطيور الداجنة حيث يخصص لكل ذكر عدد قليل من الإناث (فقط 2 أو 3 إناث)، هذه الميزة لسلوك التزاوج تشجع الاستعمال واسع النطاق للتلقيح الاصطناعي عندما ينتج دجاج غينيا لأغراض التسويق التجاري لتقليل حجم قطيع الذكور وبالنتيجة كلفة الإنتاج. التضريب بين الأنواع interspecific cross بين ذكور المسكوفي Muscovy والبط الاعتيادي Common ducks يرتبط بالخصوبة القليلة في حالة إستخدام نسبة الذكور : الإناث الطبيعية 1 : 7 إلى 1 : 10. خفض النسبة إلى 1 : 4 أدى إلى زيادة خصوبة هذا التضريب بين الأنواع إلى 40% تقريباً ولكن مستويات عالية من الخصوبة يمكن الحصول عليها في حالة إستخدام التلقيح الاصطناعي (شكل 2).

جمع السائل المنوي من الدواجن:

جمع السائل المنوي من ذكور الطيور الداجنة ينجز بفعالية أكثر من خلال تدليك المنطقة البطنية abdominal massage في الطيور من رتبة الدجاجيات gallinaceous birds مثل الدجاج، الرومي، دجاج غينيا، الفزان والسمان (شكل 3)، أو عن طريق اعتراض intereepting دفق السائل المنوي خلال عملية التزاوج الطبيعي في البط والوز (شكل 4). في الصقور hawks والنسور eagles جمع السائل المنوي لأغراض التلقيح الاصطناعي يتطلب إن يكون الذكر مبصوم (مختوم) imprinted بجهاز جمع السائل المنوي semen collector وفي طائر الكركي الذي يعيش في المرتفعات الرملية sand hill cranes جمع السائل المنوي يسهل عن طريق تقليد سلوك الأنثى خلال المغازلة mimicking.

شكل 3. جمع السائل المنوي من الطيور من رتبة الدجاجيـات عن طريق تدلـيك المنطقـة الظهرية البطنية .

شكل 4. جمع السائل المنوي من ذكور الطيور المائية .

جدول 1. تركيب محاليل التخفيف للسائل المنوي للحصول على خصوبة مثلى في الدجاج

1- van Wambeke (1972).

Na citrate. $_2H_2O$ (g)	7.7
Citric acid (g)	1.3
Na glutamate. H_2O (g)	20.1
Glucose – H_2O (g)	20.1
Skimmed milk (ml)	200
Egg albumin (ml)	150
Total volume (ml)	1000
pH	6.3
Osmotic pressure (mOsm /Kg H_2O)	460

⇐ هذا المخفف يمكن تجفيفه بالتجميد ويعاد تكوينه reconstituted عند الحاجة.

2- Lake & Ravie (1979)

Na glutamate. H_2O (g)	15.2
Glucose. H_2O (g)	6
K citrate. H_2O (g)	1.28
BES* (g)	30.5
Mg acetate. $4H_2O$ (g)	0.8
1M NaOH (ml)	58
Total volume (ml)	1000
pH	4.05
Osmotic pressure	411

*** BES = N,N – Bis (2 – hydroxylethyl) 2 – amino ethanesulphoric acid.**

3- Sexton (1977)

Na glutamate. H_2O (g)	8.67
K citrate. H_2O (g)	0.64
Na acetate. $3H_2O$ (g)	4.30
$MgCl_2$. $6H_2O$ (g)	0.34
K_2HPO_4. $3H_2O$ (g)	12.7
KH_2PO_4 (g)	0.65
Fructose. H_2O (g)	5
TES* (g)	1.95
Total volume (ml)	1000
pH	7.5
Osmotic pressure	333

***TES = N – Tris (hydroxylmethyl) methyl – 2 – amino ethanesulphonic acid.**

4- Chaudhuri & Lake (1988).

(أعد هذا المخفف لخزن السائل المنوي بدرجة حرارة 20 – 40°م)

Glucose. H_2O (g)	6
1M NaOH (ml)	27.5
TES (g)	13.74
NaCl (g)	8
Antibiotic mix* (ml)	1
Total volume (ml)	1000
pH	7.4
Osmotic pressure	382

*** Antibiotic mix = 0.25 g streptomycin and 0.30 g penicillin dissolved in 5 ml.**

جدول 2. تركيب محاليل التخفيف للسائل المنوي للحصول على خصوبة مثلى في الديك الرومي

المكونات	المصدر			
	van Wambek (1972)	Lake & Ravie (1982)	Sexton (1980)	Lake et. al. (1984)
Na citrate. $2H_2O$ (g)	**7.7**	**-**	**-**	**-**
Citric acid (g)	**1.3**	**-**	**-**	**-**
Na glutamate. H_2O (g)	**20.1**	**19.2**	**9.63**	**11.0**
Glucose. H_2O (g)	**20.1**	**3.6**	**-**	**3.6**
Skimmed milk (ml)	**200**	**-**	**-**	**-**
Egg albumen (ml)	**150**	**-**	**-**	**-**
K citrate. H_2O (g)	**-**	**2.2**	**0.71**	**1.28**
BES* (g)	**-**	**18.9**	**-**	**30.5**
Na acetate (anhydrous) (g)	**-**	**2.0**	**-**	**1.46**
Mg acetate. $4H_2O$ (g)	**-**	**1.05**	**-**	**0.8**
1M NaOH (ml)	**-**	**36.0**	**-**	**56.0**
Na acetate. $3H_2O$ (g)	**-**	**-**	**4.78**	**-**
$MgCl_2$. $6H_2O$ (g)	**-**	**-**	**0.38**	**-**
K_2HPO_4. $3H_2O$ (g)	**-**	**-**	**14.1**	**-**
KH_2PO_4 (g)	**-**	**-**	**0.72**	**-**
Fructose. H_2O (g)	**-**	**-**	**5.55**	**-**
Na_2HPO_4 (anhydrous) (g)	**-**	**-**	**-**	**1.36**
Total volume (ml)	**1000**	**1000**	**1000**	**1000**
pH	**6.3**	**7.13**	**7.5**	**7.1**
Osmotic pressure (mOsm / Kg H_2O)	**460**	**406**	**366**	**402**

- **BES = N, N – Bis (2 – hydroxyethyl) – 2 aminoethanesulphonic acid.**

جدول 3. حجم السائل المنوي، تركيز النطف وعدد التلقيحات لكل قذفة في أنواع مختلفة مـن الطيور (Lake و Stewart، 1978).

نوع الطير	حجم القذفة (مل)		تركيز النطف (مليار/مل)		عدد التلقيحات لكل قذفة*
	المتوسط	المدى	المتوسط	المدى	
أمهات فروج اللحم	0.35	0.9-0.1	5.7	8.0 – 3.0	20
الدجاج البياض خفيف الوزن	0.15	0.3-0.15	5.0	7.0-5.0	7.5
الدجاج البياض متوسط الوزن	0.2	0.5-0.08	5.0	6.0-3.5	10
الرومي خفيف الوزن	0.15	0.3-0.08	9.0	14.0-8.0	13.5
الرومي ثقيل الوزن	0.2	0.33-0.1	9.5	13.5-9.0	19
دجاج غينيا	0.075	0.15-0.05	6.0	8.0-4.0	4.5
البط البكيني	0.23	1.0-0.1	4.0	6.0-0.02	9.2
بط المسكوفي	1.1	1.5-1.0	1.8	3.0-0.01	20

*** على افتراض استخدام 100 مليون نطفة لكل تلقيحة.**

مجرد تدليك المنطقة البطنية يحفز دفق السائل المنوي من ديكة الدجاج والرومي، أسبابه غير واضحة، نظراً لأن الإجراء لا يشبه التزاوج الطبيعي. يكون وضع الذكر بحيث تكون أقدامه تشكل زاوية قائمة تقريباً مع جسمه ويمسد stroked بطنه وظهره باتجاه الخلف باثنين أو أكثر من الحركات التامة (شكل 3). في الذكر المدرب بصورة جيدة، هذا التحفيز سوف يسبب

انتفاخ طيات القضيب phallic folds وفي بعض الحالات يكون كافياً لبدء دفق السائل المنوي. اليد التي تقوم بتدليك الظهر تنقل حينئذ إلى منطقة المجمع cloacal area لكي يوضع أصابع الإبهام والسبابة على الأوجه الجانبية للمجمع وقليلاً في مقدمة المخرج vent. من ثم يتم الضغط برفق لدفع السائل المنوي من القناة الدافقة ductus deferens بدون أجبار السائل الشفاف على الخروج من طيات القضيب. عادةً يتطلب 3 – 4 مرات ممارسة خلال 7 – 10 أيام لضمان الإنتاج الأمثل لسائل منوي نظيف خالي من أملاح حامض البوليك urates والفضلات. من المفضل، إن يجمع دفق السائل المنوي عن طريق السفط aspiration في أنبوبة حاوية على مخفف للسائل المنوي بدرجة 15°م. وهنالك ثلاث فوائد لجمع السائل المنوي في محلول مخفف هي:

أولاً: التخفيف في سائل بدرجة حرارة ثابتة يمنع اتصال السائل المنوي بالسطوح الباردة للأنبوبة التي قد تسبب انخفاض مفاجئ في درجة حرارة خلايا النطف.

ثانياً: المخففات مهيأة لتنظيم buffer النواتج الحامضية لتمثيل النطف نظراً إلى إن نطف الطيور نشطة جداً من الناحية الأيضية والبيئة الحامضية سامة للخلايا وإن قدرتها على البقاء viability ستعزز عندما يخفف السائل المنوي مباشرة بمحلول منظم مناسب. التأثير المفيد للسائل المنوي المخفف على الخصوبة يكون واضح بعد فترة خزن أقل من 30 دقيقة.

ثالثاً: حجم السائل المنوي الذي يمكن جمعه من الطيور الداجنة قليل (جدول 3)، وبالنتيجة حجم السائل المنوي غير المخفف والمتطلب للمحافظة على الحد الأعلى للخصوبة قليل جداً لأن يتم التعامل معه تقليدياً. تخفيف السائل المنوي، لذلك يعطي حجم يمكن إن يعبأ في ماصات التلقيح insemination pipettes وهي تقنية يمكن تكييفها بسهولة بالنسبة للبيئة والظروف الموجودة نموذجياً في وحدات إنتاج الدواجن.

مكونات مخففات السائل المنوي الخاصة بالطيور الداجنة تم اشتقاقها من:

1. المحاولات التجريبية، عن طريق استقراء المعلومات المتوفرة عن السائل المنوي للثدييات.
2. الاعتبارات النظرية للمحاليل المنظمة buffers وقدرتها في المحافظة على pH الخلايا النشطة إيضياً.
3. تحاليل تركيب البلازما المنوية للدجاج والرومي.

التركيز العالي من الكلوتاميت glutamate والتركيز الواطئ من الكلور Cl^- في البلازما المنوية للطيور الداجنة أدى إلى إدخالها بنفس معدلاتها في أغلب وليس جميع المخففات. عموماً، إدخال الـ glutamate وإبعاد الكلور Cl^- في المخفف يحسن الانخفاض الشديد في القابلية

الإخصابية الذي يحدث في السائل المنوي غير المخفف. نظراً إلى إن نطفة ذكور الدجاج والرومي يمكنها تمثيل الفركتوز والكلوكوز، فأي من هذه السكريات يمكن إدخالها عادةً كمصدر للطاقة في المخففات المعدة للمحافظة على القابلية الإخصابية لفترات تصل إلى 48 ساعة.

المحاليل المنظمة buffers مثل:

1. TES (N – tris (hydroxylmethyl) methyl – 2 – amino ethanesulphonic acid).
2. BES (N,N – Bis (2 – hydroxylethyl) 2 – amino ethanesulphonic acid).

وأملاح الفوسفات التي تنظم buffers في مدى pH من 6.8 إلى 7.5 تم إدخالها في أغلب المخففات المستخدمة على نطاق واسع، لجعل تركيز أيونات الهيدروجين في الحدود المثلى في السائل المحيط بخلايا النطف. العديد من المخففات المسجلة بأسماء أشخاص تستعمل بصورة شائعة في صناعة الدواجن. وعلى الرغم من إن منتجات الحليب والبيض تستخدم بصورة شائعة في الأوساط المعدة لتجميد نطف الثيران، فأن تركيبة ناجحة واحدة فقط ضمت هذه المواد تم تطويرها لحد الأن (جدول 1).

المعوق الرئيسي للتطبيق الواسع النطاق للتلقيح الاصطناعي هو المتطلبات الكبيرة للعمل فيما يتعلق بالجمع، المعاملة والتلقيح لقطعان الطيور الداجنة. ولتجنب هذا المعوق، يتم تطوير أجزاء متخصصة عديدة من المعدات من قبل المجهزين لصناعة الدواجن لتقليل متطلبات العمل. لتسهيل جمع السائل المنوي يتم تصميم مقاعد خاصة special benches التي تقيد الذكر وتدع شخص واحد يقوم بعملية التدليك والحصول على السائل المنوي. استخدمت في الوقت الحاضر تغييرات عديدة للتصميم الأساسي في صناعة الدواجن لتتلائم مع الحاجات المختلفة لعمليات جمع وتقييم ومعاملة السائل المنوي، لكن في جميع الحالات، المقعد bench يقيد الذكر بوضع يسهل عملية جمع السائل المنوي. عادة يتم جمع السائل المنوي بصورة مختلطة pooled من 10 – 30 ذكر قبل تلقيح قطعان أمهات فروج اللحم وأمهات الرومي، لكن عندما يستخدم التلقيح الاصطناعي للمحافظة على النسب في بحث أو برنامج الأصول primary breeding programme يتم التعامل مع السائل المنوي للذكر بصورة منفصلة.

تقييم السائل المنوي:

يتطلب تقييم السائل المنوي في برنامج التلقيح الاصطناعي لسببين:

الأول: يتطلب التعرف على نوعية السائل المنوي لكل ذكر عندما تصبح الذكور ناضجة جنسياً، لضمان أن فقط الذكور المنتجة لنطف يحتمل أنها تمتلك قابلية إخصاب عالية، يتم إبقائها لأغراض التلقيح.

الثاني: عندما يتم جمع القذفات المتتالية فأن تركيز النطف وحجم السائل المنوي تكون مطلوبة لحساب التخفيف المناسب للحصول على 100 مليون خلية لكل تلقيحة.

بالرغم من إن هدف تقييم السائل المنوي هو التنبؤ بالقابلية الإخصابية لخلايا النطف فأن الاختبارات المتوفرة عن مظهر النطفة sperm morphology والنشاط الأيضي metabolic activity هي ذات ارتباط ضعيف بالقابلية الإخصابية. ومع ذلك، السائل المنوي الذي هو غير طبيعي إجمالاً وفق أي من المقاييس المختبرية، من المحتمل جداً إنه يمتلك قابلية إخصابية ضعيفة. الحالة المعاكسة، على أية حال، احتمال قليل إن تكون موثوقة، النطفة التي هي طبيعية على نحو واضح عند استعمال المقاييس التركيبية والأيضية قد لا تنجز إخصاب خصوصاً عندما يكون السائل المنوي معرض لمعاملة مختبرية مثل التجميد freezing والإسالة thawing أو الفترات الطويلة من الخزن.

التقييم الأكثر وضوحاً للسائل المنوي هو اللون، بحيث يكون السائل المنوي أبيض لؤلؤي pearly white (شكل 5) وظهور أي لون آخر هو مؤشر لوجود ملوث contaminant، الرواسب المصفرة والبيضاء في السائل المنوي تشير عادةً للتلوث بالفضلات. السائل المنوي المأخوذ من نسبة قليلة من الديك الرومي يكون لونه أحمر مصفر yellowish red colour، لسبب غير معروف وهذا اللون له علاقة بالخصوبة الضعيفة عادةً. الصبغات الحمراء المسمرة brownish red pigmints في السائل المنوي تشير عادةً إلى وجود كريات الدم الحمر. كل الملوثات تخفض القابلية الإخصابية للسائل المنوي لكن مدى الانخفاض يعتمد على:

1. تركيز الملوث.
2. وجود أو غياب الملوثات الأخرى.
3. معدل التخفيف.
4. الوقت من الجمع لغاية التلقيح.
5. عدد خلايا النطف المستعملة في التلقيح.

بالرغم من الصعوبة التنبؤ بالتأثير الدقيق للألوان غير الطبيعية في السائل المنوي، إلا أن احتمال الحصول على خصوبة جيدة يكون في حده الأعلى عندما يتم جمع السائل المنوي ذو لون أبيض لؤلؤي pearly white.

حركة النطف sperm motility هي الشكل الأكثر شيوعاً لتقييم السائل المنوي التي يتم إجرائها باستخدام المجهر. تقاس الحركة وفق تسلسل مقياس scale المعد لهذا الغرض (1 – 5 أو 1 – 10 أو مقياس مئوي) حيث أن أسفل المقياس يمثل حركة ضعيفة ووسط المقياس يمثل حركة متوسطة وقمة المقياس تمثل حركة ممتازة. بشكل عام، السائل المنوي ذو الحركة الضعيفة من غير المحتمل أن يمتلك قابلية إخصابية جيدة، ولو إن السائل المنوي ذو الحركة

الجيدة ليس بالضرورة إنه يمتلك قابلية إخصاب جيدة. غالبية الطرق المتطورة التي تقيس معدل الحركة وسرعة التقدم الأمامي للنطفة forward progression متوفرة، بالرغم من دقة أغلب المعلومات الدقيقة للتنبؤ بالإخصاب فهي ليست أحسن من الدقة التي يتم الحصول عليها من خلال الفحص المرئي visual examination. السائل المنوي عادةً يخفف 1 : 3 إلى 1 : 4 في محلول مخفف لتقدير حركة الخلايا الفردية individual cells ولو إن حركة السائل المنوي غير المخفف يمكن إن تستعمل أيضاً لتقدير نوعية السائل المنوي، الحركة الجيدة للسائل المنوي غير المخفف تكون واضحة لو إن كتلة الدوامة swirling mass للخلايا تندفع عبر شريحة المجهر على شكل موجات waves.

حجم السائل المنوي مهم في تقييم السائل المنوي (شكل 5) بصورة أولية لأنه يتطلب لحساب معدل التخفيف المناسب للحصول على 100 مليون خلية لكل تلقيحة. حجم تلقيحة واحدة هو عادةً 50µl. كمية السائل المنوي المنتجة من قبل الطيور الداجنة قليلة ولذلك التقدير المباشر لحجم القذفة من الذكور الفردية ينجز بصورة جيدة عن طريق وزن القذفة وافتراض إن كثافة السائل المنوي هي 1 mg/µl. الحجوم العالية أو القليلة للسائل المنوي ليست ضارة ولا مفيدة للقابلية الإخصابية ولو إن هناك فوائد واضحة للحصول على حجم أكبر للسائل المنوي من أعداد ذكور أقل في برنامج تلقيح اصطناعي. من وجهة نظر عملية، لذلك، الذكور التي تنتج حجوم كبيرة من السائل المنوي تكون مفضلة لإغراض التلقيح الاصطناعي بشرط إنها تنتج سائل منوي حاوي على تركيز طبيعي من خلايا النطف.

تركيز خلايا النطف في قذفة يمكن تحديده بعد طرق:

1. الحساب المباشر للخلايا مجهرياً باستعمال سائل منوي مخفف وحجيرة chamber ذات حجم معلوم مجهزة بغطاء في أداة معدة لهذا الغرض.

جميع الطرق الأخرى تمت معايرتها calibrated على أساس هذا القياس standard. الحساب المباشر غير دقيق على أية حال، والتقديرات الموثوقة لعدد الخلايا يمكن الحصول عليه فقط عن طريق تقدير عدد الخلايا في العديد من العينات الثانوية subsamples للقذفة. في أغلب الأبحاث وتطبيقات الصناعة، الحساب المباشر يحتاج إلى وقت طويل وقد تم تطوير طرائق أخرى بديلة عنه.

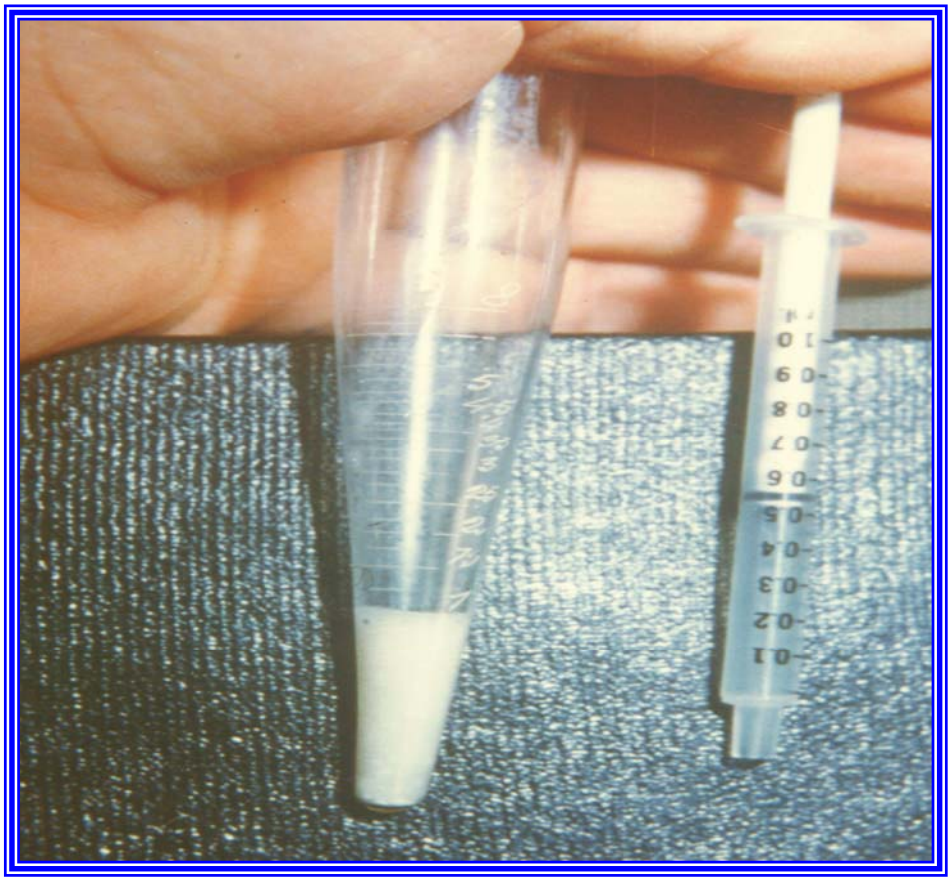
2. عدد الخلايا في عينة مخففة من السائل المنوي يمكن قياسه من خلال أي جهاز لعد الخلايا، والذي يسجل عدد الخلايا التي تعبر المكشاف detector في دفق دقيق fine jet للمخفف.

أجهزة عد الخلايا الأكثر تطوراً والأكثر دقة لتحديد تركيز خلايا النطف كلفتها العالية حالت دون استخدامها بشكل واسع في تكنولوجيا عد الخلايا لغرض التقدير الكمي الروتيني لخلايا نطف الطيور.

3. العديد من المختبرات أوضحت بأن حجم خلايا النطف في أنبوبة شعرية بعد إجراء الطرد المركزي والتي تسمى بشكل شائع spermatocrit مرتبطة بدرجة عالية بعدد خلايا النطف التي يتم الحصول عليها عن طريق الحساب المباشر. يتم اللجوء إلى هذا الإجراء بسبب كونه غير مكلف ويستخدم نفس الجهاز الذي يستخدم لقياس pcv الدم، لكن عندما يكون تركيز النطف قليل فأن حجم الخلايا المضغوطة يكون مرتبط بدرجة ضعيفة بعدد خلايا النطف في العينة.
4. أوضحت العديد من الأبحاث والمختبرات الصناعية بأن هنالك ارتباط عالي بين انتقال الضوء خلال السائل المنوي وتركيز خلايا النطف المقدرة عن طريق الحساب المباشر.

يمكن تحديد انتقال الضوء باستعمال spectrophotometer غير مكلف نسبياً ويمكن إن تجرى التقديرات بسرعة مع مهارة مختبرية بسيطة. المعايرة بين عدد خلايا النطف المقدرة عن طريق الحساب المباشر والأعداد المقدرة عن طريق كل من spermatocrit و spectrophotometer، على أية حال، هي ذات تغاير كبير بين المختبرات. ونظراً لأن طريقة الجمع، التخفيف، تقدير تركيز المني تتطور عند كل تسهيل لمعاملة المني، لذلك، يجب رسم منحنى قياسي.

سلامة الغشاء الذي يحيط بخلية النطفة يمكن تقديره بعدة طرق لإعطاء نسبة الخلايا الحية : الميتة في القذفة، نظراً لأن الضرر لغشاء خلية النطفة يؤدي إلى موت الخلية فأن التصبيغ (الحي – الميت) live – dead stain يمكن إن يجرى بأي من الصبغات التي تمنع من الدخول من قبل غشاء الخلية السليم، أو بالعكس، بأي صبغة تدخل الخلية من خلال الثقوب في غشاء الخلية. الخلطات المتكونـة من الـ eosin والـ nigrosin أو الـ eosin والـ aniline blue تعطي تمييز جيد، حيث الأيوسين eosin يلون الخلايا الميتة والمتضررة باللون الأحمر الوردي pink، في حين إن الخلايا ذات الغشاء السليم تكون عديمة اللون (الأشكال 6 و7 و 8) مقابل الخلفية السوداء أو الزرقـاء التي تأتـي من النكروسين nigrosin والـ aniline blue على التوالي. نظراً لأن خلايا نطف الطيور صغيرة، فأن استعمال العدسات الزيتية للحصول على قوة تكبير 1000 مرة يسهل التمييز بين الخلايا المصبغة وغير المصبغة.



شكل 5. الأنبوبة المستخدمة لقياس حجم السائل المنوي في الطيور، يلاحظ أن السائل المنوي الطبيعي يكون ذو لون ابيض لؤلؤي.

شكل 6. النطف الحية تكون ذات لون ابيض.

شكل 7. نطفة حية متلونة باللون الأبيض .

شكل 8. نطفة ميتة متلونة باللون الأحمر .

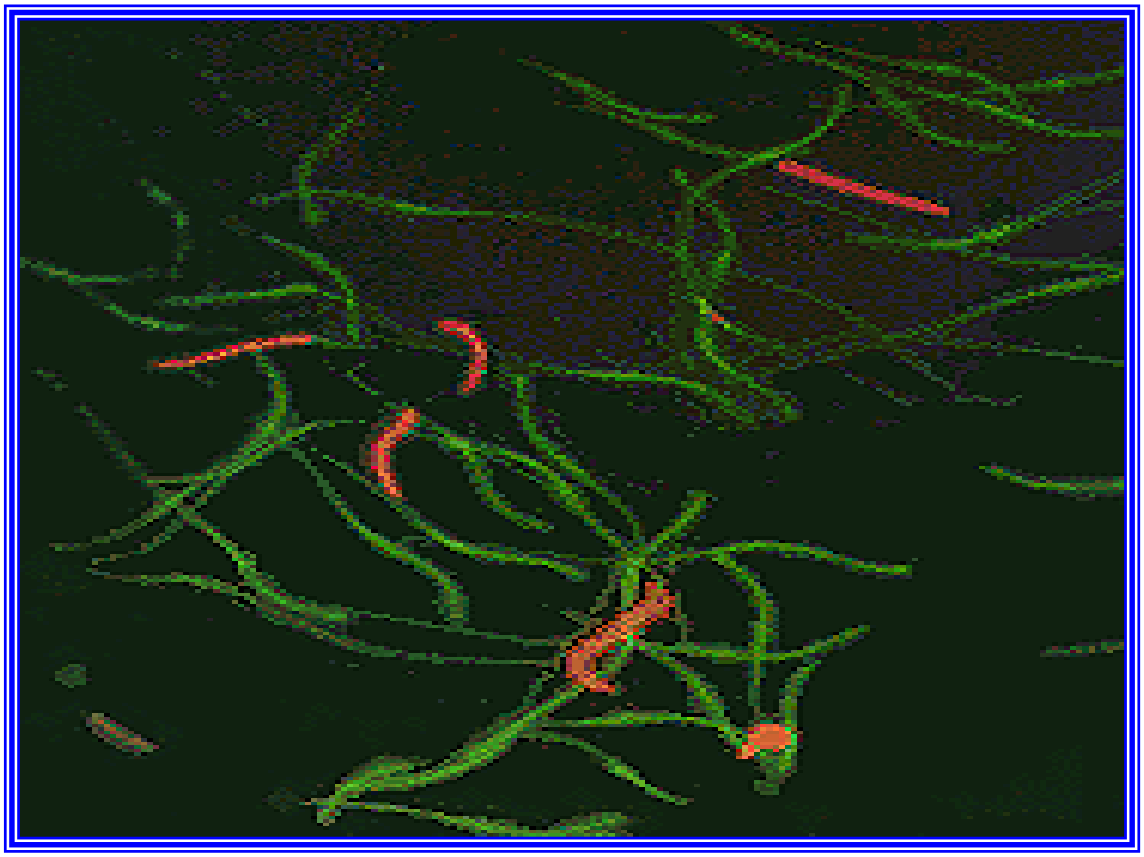
منع دخول الأثديوم بروميد The exclusion of ethidium bromide يمكن إن يستعمل لتحديد نسبة النطف ذات الأغشية المتضررة في عينة السائل المنوي، عن طريق قياس الأستشعاع fluorescence الناتج من تفاعل الـ ethidium bromide مع الـ DNA المزدوج، نسبة الأستشعاع fluorescence لعينة سائل منوي مخففة إلى الأستشعاع fluorescence للعينة بعد تمزق أغشية الخلايا بإضافة الـ digitonin تعطي تقدير للنسبة المئوية للخلايا الميتة والحية (شكل 9)، وتركيز خلايا النطف في القذفة يشتق من العلاقة الخطية بين الأستشعاع fluorescence وتركيز النطف. كما ويعتبر تقدير نسبة النطف المشوهة والطبيعية (الشكلين 10 و 11) إحدى الطرق الرئيسية لتقييم نوعية السائل المنوي. ويمكن تقدير التشوهات في أجزاء النطفة المختلفة (الأكروسوم والرأس والقطعة الوسطية والذيل) لتحديد الأسباب المحتملة لهذا التشوه (الأشكال 12 و 13 و 14 و 15). وتستخدم صبغات عديدة لتقدير نسبة النطف المشوهة والطبيعية.

حجم وعدد النطف في التلقيحة:

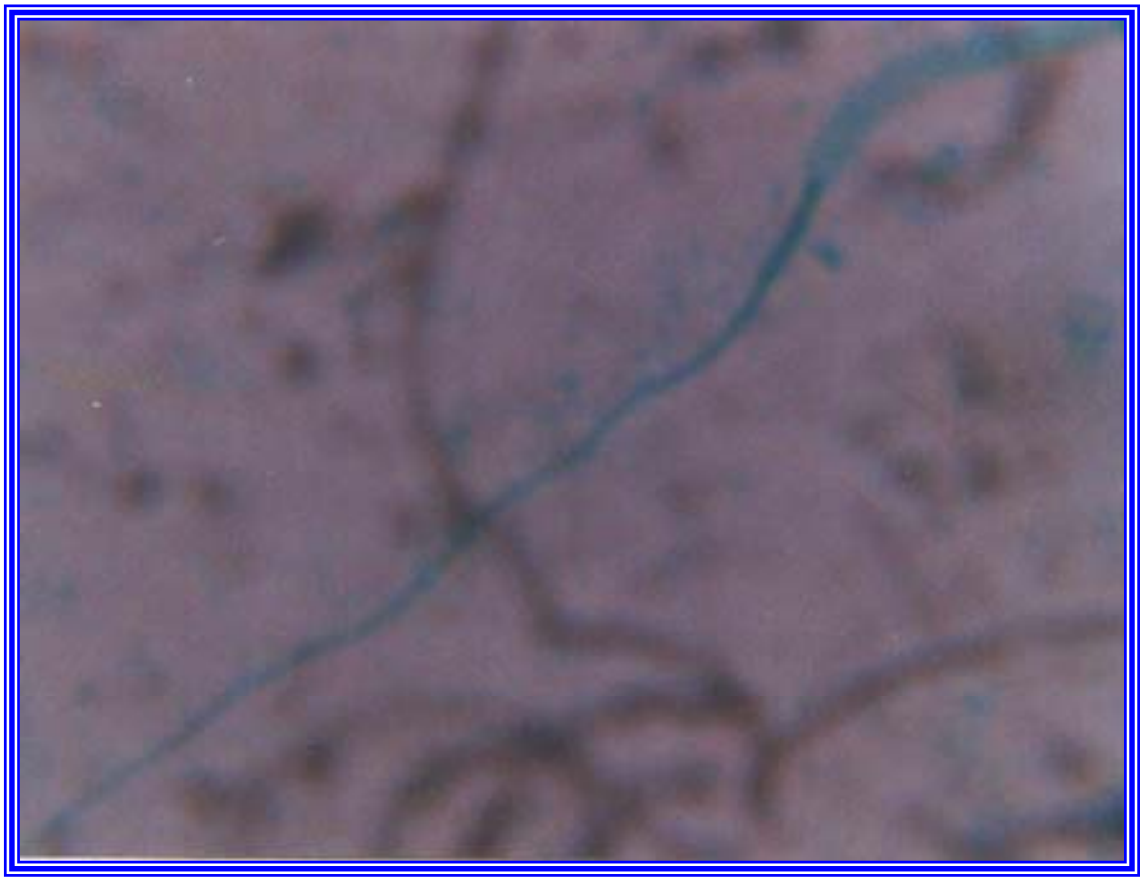
الحد الأدنى لعدد الخلايا المتطلبة للحصول على خصوبة مثلى يعتمد على:

1. عمر الديك.
2. عمر الدجاجة.
3. طريقة الجمع.
4. الفترة الفاصلة بين الجمع والتلقيح.
5. المهارة الفنية لطاقم التلقيح.
6. وأي عامل أخر قد يغير القابلية الإخصابية للخلايا.

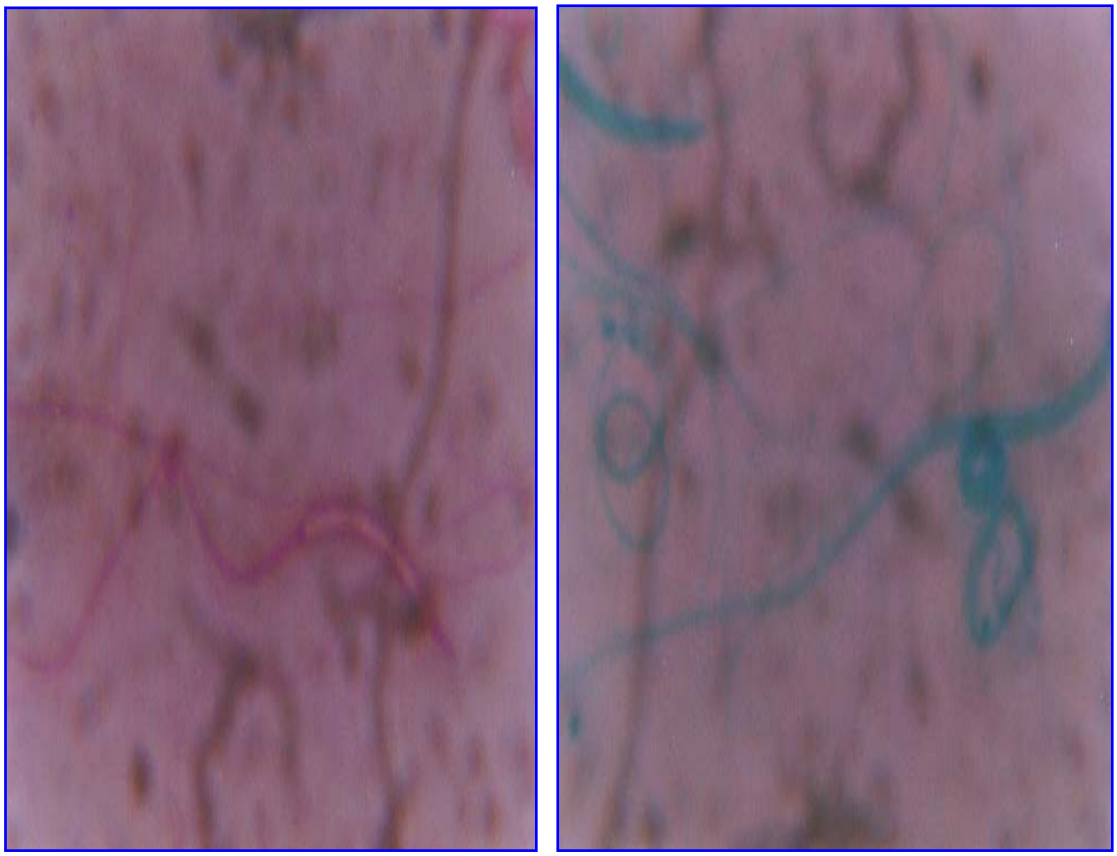
المستويات العالية من الخصوبة تتبع التلقيحات ذات عدد خلايا 50 مليون، رغم إن الخبرة المتراكمة من التطبيق في مجال الصناعة والبحث للتلقيح الاصطناعي أدت إلى إستخدام عام هو 100 مليون خلية لكل تلقيحة في جميع أنواع رتبة الدجاجيات المدجنة. على الرغم من أن التلقيح بـ 100 مليون خلية يعطي نظرياً حد أمان مضاعف، الخبرة في صناعة الرومي أدت بشكل متكرر إلى استعمال 200 مليون خلية في الأسبوع الذي يسبق بدء وضع البيض وخلال النصف الثاني من فترة إنتاج البيض عندما تنخفض الخصوبة. التلقيح بأعداد كبيرة من النطف بفترة أسبوع قبل بدء وضع البيض في الرومي يبدو أنه يلعب دور رئيسي في الحصول والمحافظة على مستويات عالية من الخصوبة خلال كل فترة إنتاج البيض. عند إعداد السائل المنوي للتلقيح فأن عدد التلقيحات التي يمكن إعدادها من قذفة أو مجموعة قذفات pool وحجم السائل المنوي المخفف يجب إن تكون معروفة.



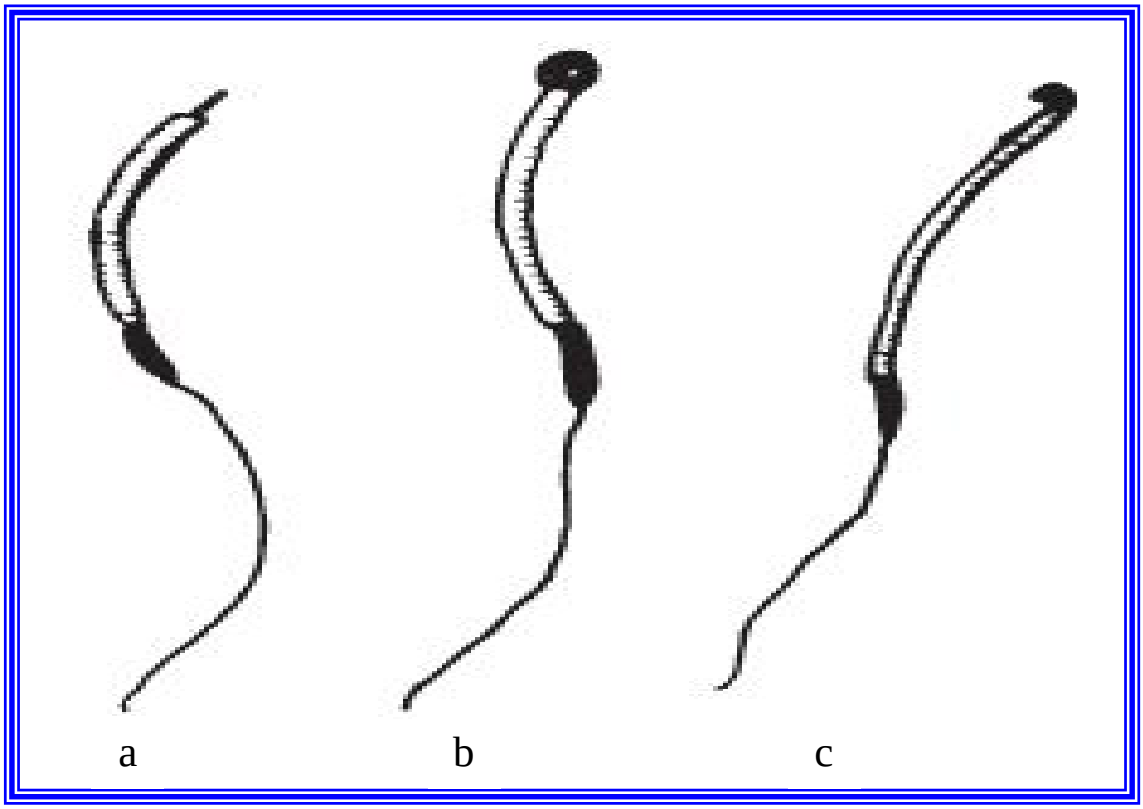
شكل 9 أ و ب. إستخدام صبغات إستشعاعية لتمييز النطف الحية والميتة .



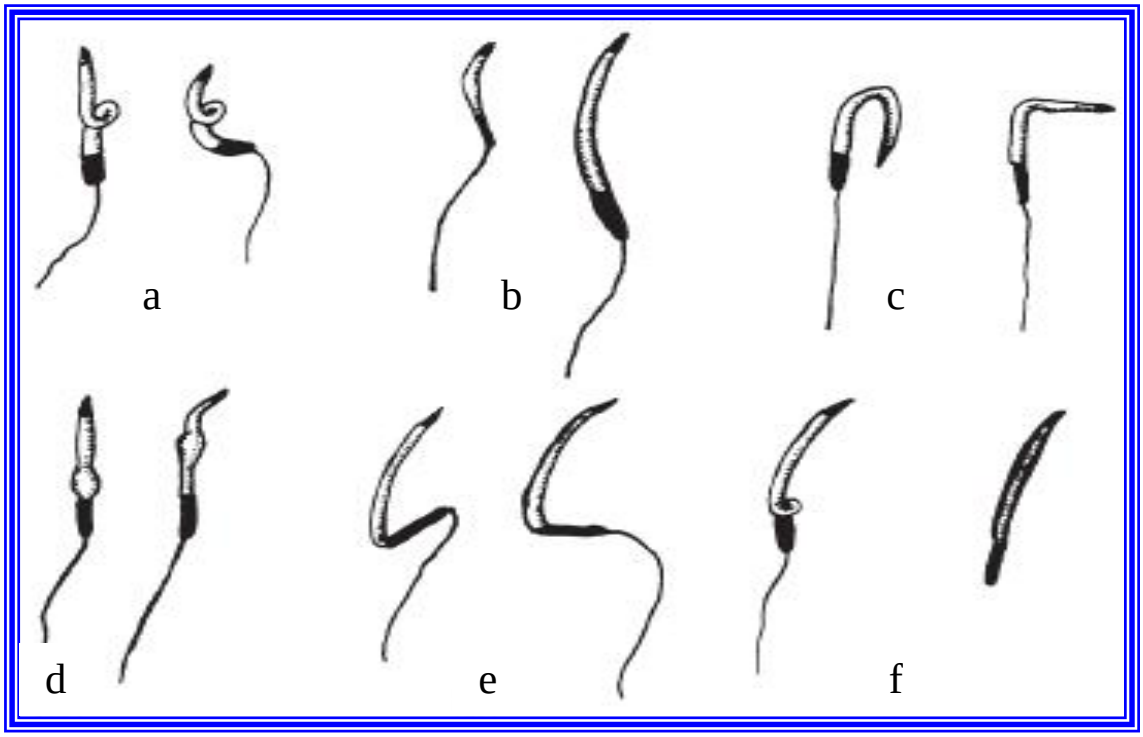
شكل 10. نطفة ذات مظهر طبيعي .



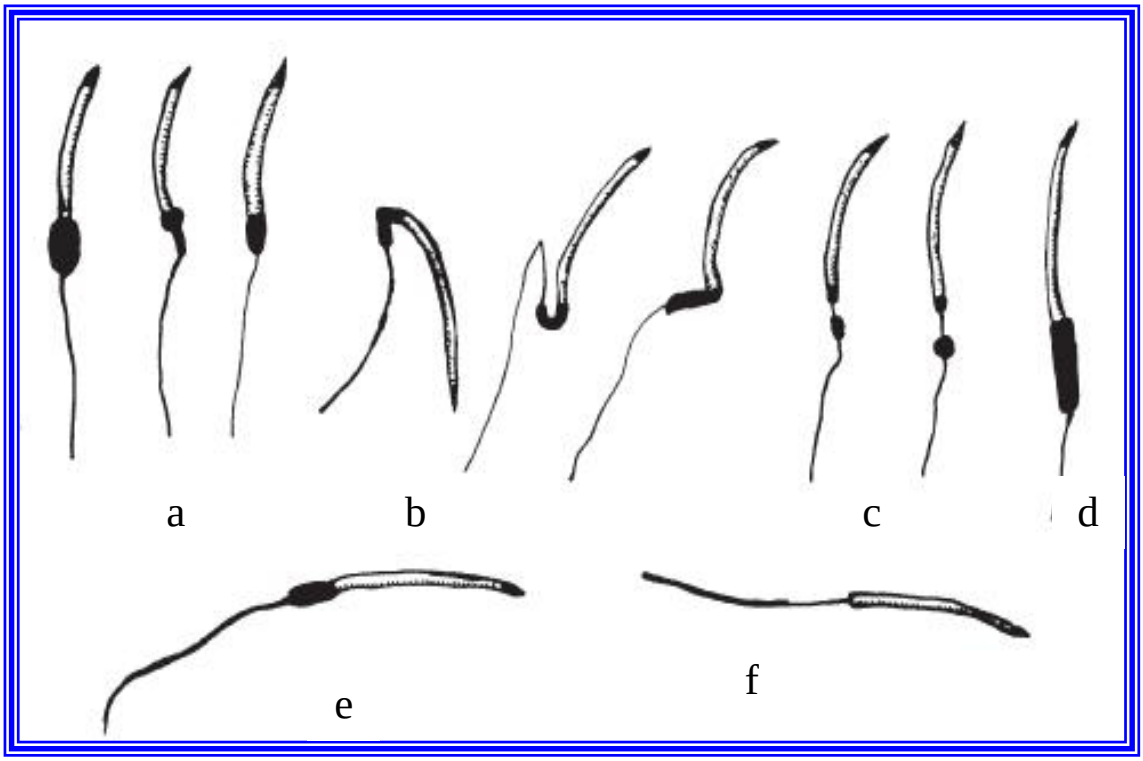
شكل 11. نطف مشوهة وبأشكال مختلفة من التشوهات.



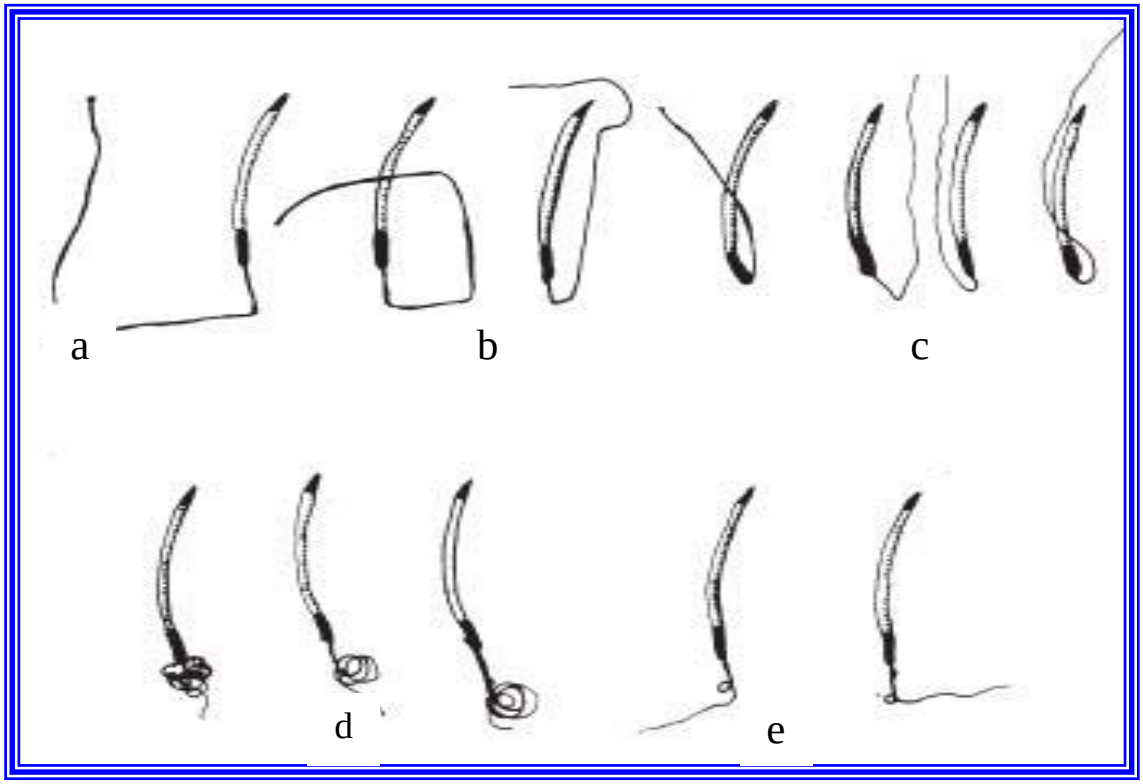
شكل 12. أنواع التشوهات في أكروسومات نطف الطيور، a : أنفصال الأكروسوم، b : تضخم الأكروسوم، و c : شكل الفارزة .



شكل 13. أنواع التشوهات في رأس النطفة، a : الرأس المعقود، b : الرأس الصغير أو الكبير، c : الرأس المنحني بزاوية 90 ˚ أو 180 ˚، d : الرأس المتضخم، e : الرأس المنحني أو المعقود عند حافة الرأس – القطعة الوسطية، و f : أنفصال الرأس .



شكل 14. أنواع التشوهات في القطعة الوسطية للنطفة، a : تضخم القطعة الوسطية، b : إنحناء القطعة الوسطية، c : الأنفصال الجزئي للقطعة الوسطية، d : تثخن القطعة الوسطية، e : تجوف (تحوصل) القطعة الوسطية، و f : إنفصال القطعة الوسطية .



شكل 15. أنواع التشوهات في ذيل النطفة، a : الذيل المفصول، b : إنحناء الذيل بزاوية 90°، c : إنحناء الذيل بزاوية 180 ° ، d : الذيل الملتف، و e : الذيل المعقود .

عدد التلقيحات (N) يتم حسابه وفق المعادلة الآتية:

$$N = \frac{\text{الحجم (مل)} \times \text{التركيز (الخلايا / مل)}}{\text{100 مليون خلية بالتلقيحة}}$$

في أغلب أنواع الطيور الداجنة، حوالي 5 – 20 دجاجة يمكن تلقيحها من قذفة واحدة، رغم إن عدد الدجاجات يتضاعف لكل ذكر لو تم تنصيف أعداد الخلايا لكل تلقيحة. ونظراً لأن كل ذكر يمكن إن يجمع منه السائل المنوي من 4 – 5 مرات بالأسبوع لذلك من الممكن تلقيح 40 – 200 دجاجة لكل ذكر بالأسبوع تحت الظروف المثالية. في الغالب يكون من الملائم تلقيح 0.05 مل من السائل المنوي المخفف لأن الحجوم الصغيرة يمكن إن يكون من الصعب توزيعها والحجوم الكبيرة ممكن إن تخرج خارج المهبل بعد عملية التلقيح، باستعمال حجم قياسي للتلقيحة 0.05 مل، فأن **الحجم الكلي للسائل المنوي المخفف (V) يمكن حسابه وفق المعادلة الآتية:**

$$V = \frac{\text{الحجم غير المخفف (مل)} \times \text{التركيز (خلايا/مل)}}{\text{الخلايا لكل تلقيحة}} \times (\text{0.05 مل})$$

ماصات التلقيح insemination pipettes التي يمكن تنظيمها لأي حجم مناسب تعطي فرصة لتغيير حجم التلقيحة، إضافة إلى الحجم النهائي للسائل المنوي المخفف، للحصول على العدد المطلوب من خلايا النطف لكل تلقيحة.

توقيت التلقيح نسبة إلى وضع البيض oviposition هو عامل مهم يحدد نجاح التلقيح الاصطناعي. السائل المنوي الموضوع في القناة التناسلية عند أو خلال ساعتين بعد وضع البيضة يؤدي إلى إنتاج بيض مخصب أقل من بـ 20 – 40% مما في حالة وضع السائل المنوي في المهبل في أي وقت آخر بين وضع البيض. هذا الفشل في الإخصاب مرتبط بفشل النطفة في الصعـود في قنـاة البيـض ودخولهـا في نبيبات خـزن النطـف sperm storage tubules. من المحتمل إن التقلصات غير المتكررة وذات المدى الضيق لغدة القشرة والمهبل التي تحدث خلال فترة 1 – 3 ساعات الأولى بعد وضع البيضة تكون غير كافية لانتقال النطف الطازجة الملقحة صعوداً في القناة إلى نبيبات خزن النطف.

نظراً إلى إن الدجاج سيلقح بعد إن يضع الدجاج البيض في غالبية القطيع، فأن أغلب الدجاج سيضع البيضة المخصبة الأولى في اليوم الثاني بعد التلقيح، لأن البويضة التي تمت

إباضتها في يوم التلقيح كانت في المعظم أو البرزخ وبذلك ليس بالإمكان تخصيبها في الوقت الذي تصعد به النطفة في قناة البيض.

المستوى العالي من الخصوبة يتم الحفاظ عليه لمدة 7 أيام في الدجاج و 14 يوم في الرومي، والتلقيحات اللاحقة تجرى بنفس الفترة الفاصلة لمنع إنتاج بيض غير مخصب. فترة الخصوبة العالية بعد التلقيح تخضع لتباين كبير والتي تتطلب أحياناً في الدجاج والرومي إعادة التلقيح بفترات فاصلة من 5 أيام و 7 أيام على التوالي. نظراً إلى إن هناك عوامل عديدة مثل نوعية السائل المنوي، عمر الذكر والأنثى، المهارة الفنية للقائم بالتلقيح لها تأثيرات عميقة على العلاقة بين تكرار التلقيح والخصوبة، إلا أن التوصيات العامة حول الفترة الفاصلة بين التلقيحات أصبحت عديمة الجدوى. في أغلب الحالات، الخصوبة يجب مراقبتها عندما يتم تحضين البيض والفترة بين التلقيحات يجب إن يتم تضييقها لو إن الخصوبة الضعيفة ليس بالإمكان إعزائها إلى مظهر أخر في برنامج الجمع والتلقيح.

وضع السائل المنوي داخل القناة التناسلية للأنثى يتم عن طريق قلب مجمع الدجاجة لتوسيع مدخل المهبل ومن ثم وضع ماصة التلقيح insemination pipette ووضع خلايا النطف في مكان قريب من نبيبات خزن النطف. في الدجاج، يتم قلب المجمع cloaca عن طريق حمل فخذي الدجاجة بين الإبهام والسبابة في حين يكون الجسم في راحة اليد اليسرى، ومن ثم يتم الضغط برفق باتجاه الخلف باليد اليسرى (شكل 16)، بينما الذيل يضغط باتجاه الأمام باليد اليمنى. يتم إدخال ماصة التلقيح إلى عمق حوالي 3 سم من خلال فتحة المجمع داخل المهبل من قبل شخص ثاني (شكل 17)، والضغط على تجويف الجسم يزال للسماح لقناة البيض بالعودة إلى وضعها الطبيعي وهي حاوية على ماصة التلقيح ويتم حقن السائل المنوي من ماصة التلقيح عندما تعود قناة البيض لوضعها الطبيعي ومن ثم يتم سحب ماصة التلقيح برفق من الأنثى. مصير أغلب خلايا النطف غير معروف، لكن عندما يتم تلقيح الدجاج بـ 100 – 150 مليون خلية فأن حوالي 5 – 7 مليون خلية تخزن في نبيبات خزن النطف خلال عدة ساعات. عندما يتم تلقيح دجاج الرومي قبل وضع البيضة الأولى فأن نسبة خلايا النطف التي تحتجز في نبيبات خزن النطف هي أكبر مما في الدجاجات الملقحة بعد بداية إنتاج البيض، وهذه القابلية العالية لجذب وتخزين النطفة يحتمل إنها مرتبطة بالخصوبة المتفوقة للقطعان الملقحة خلال الأسبوع الذي يسبق بدء وضع البيض.

من البديهي، يبدو إنه من الدقة وضع النطف في مكان أقرب ما يمكن لنبيبات خزن النطف ويجب توخي الحذر عند إدخال ماصة التلقيح لتجنب تضرر القناة التناسلية وما يرتبط به من انخفاض في الخصوبة.

شكل 16. عملية قلب المهبل في الطيور من رتبة الدجاجيات .

شكل 17. عملية التلقيح الأصطناعي للأناث من رتبة الدجاجيات .

في الدجاج ودجاج غينيا، تكون الخصوبة في حدها الأعلى عندما يتم إدخال ماصة التلقيح بعمق 3 سم تقريباً في حين في الرومي إدخال الماصة لعمق 6 سم يبدو إنه يحقق الحد الأعلى من الخصوبة. في السنوات الأخيرة صممت العديد من الأنظمة الأوتوماتيكية لتسهيل عملية التلقيح الاصطناعي لتقليل متطلبات العمل لشخص واحد. في أحد هذه الأنظمة، استعمل بصورة أولية في إنتاج دجاج غينيا، ماصة التلقيح مثبتة والمهبل المقلوب للدجاجة يوضع على القصبة straw، يتم ضبط الماصة لتعطي جرعة مناسبة من قبل المسؤول عن طاقم التلقيح inseminator. طورت معدات التقييد لدجاج أمهات فروج اللحم في الأقفاص ليسمح بالحقن الأوتوماتيكي للسائل المنوي أن يجري من قبل شخص واحد يقوم بالتلقيح وطورت معدات مماثلة للتلقيح الاصطناعي في الرومي. جميع هذه الأنظمة لها مساوئ كامنة لوضع نفس معدة حقن السائل المنوي في العديد من الدجاج، ولو أنه من المدهش إن حالات قليلة لإنتقال الأمراض عزيت لهذه الممارسة.

خزن السائل المنوي في المختبر:

في حالة غياب الظروف التي تشجع خزن السائل المنوي في المختبر فأن التلقيح الاصطناعي للدجاج والرومي يكون محدد بـ 30 دقيقة بعد عملية الجمع. إطالة هذه الفترة أما عن طريق خزن السائل المنوي في وسط سائل أو عن طريق التجميد والإسالة للنطف (الشكلين 18 و 19)، تعطي مرونة وفرصة لتطوير حقول الذكور المعدة للتلقيح المكرسة لإدارة الذكور لتعظيم إنتاج السائل المنوي من الذكور المتفوقة وراثياً. في الوقت الذي يعطي فيه السائل المنوي المجمد مرونة أكبر من الناحية النظرية، فأن استعماله في أجزاء عديدة من العالم محدد بتوفر النايتروجين السائل، علاوة على ذلك لم يتم تطوير عمليات التجميد والإسالة للسائل المنوي لحد الآن بشكل تكنولوجيا معول عليها تجارياً. خزن السائل المنوي السائل يمكن إن يتم إنجازه في جميع المناطق التي يكون فيها إنتاج الدواجن بارز أو متفوق وتم تطويره في صناعة الدواجن لتعظيم استعمال القطعان المتفوقة وراثياً.

خزن السائل المنوي السائل:

المحافظة على القابلية الإخصابية لنطف الدواجن لمدة 48 ساعة يتطلب:

1. توفير الأوكسجين.
2. مخفف يجهز الفركتوز أو الكلوكوز كركيزة لإنتاج الـ ATP.
3. قابلية درئية كافية للمحافظة على الـ pH.
4. درجة حرارة 5 – 7°م.

الأوكسجين يمكن إن يجهز من الجو ببساطة تامة وبعدة طرق:

1. عن طريق استعمال حاويات لها مساحة سطحية أكبر لكل وحدة حجم.
2. من خلال تحريك السائل المنوي لضمان إن النطف لا تستقر أسفل الحاوية حيث يستنفذ الأوكسجين بسرعة.
3. عن طريق ضخ الهواء داخل السائل المنوي.

أغلب المخففات المذكورة (الجدولين 1 و 2) تقابل الاحتياجات لكل من تمثيل الطاقة والقابلية الدرئية buffering capacity. تحت هذه الظروف، السائل المنوي المخفف من الديك الرومي يمكن إن يخزن بدرجة 5°م لمدة 24 ساعة بدون انخفاض القابلية الإخصابية للسائل المنوي ولمدة 48 ساعة بحد أدنى من الانخفاض في القابلية الإخصابية خلال أول 15 أسبوع من إنتاج البيض. الانخفاض في الخصوبة الذي يحدث بعد 15 أسبوع يعزى إلى تقدم عمر الذكور والإناث وله علاقة بالمواسم التي يضع خلالها الدجاج البيض. مستويات عالية من الخصوبة يتم الحصول عليها خلال فترة إنتاج البيض عندما يتم تلقيح سائل منوي مخزون لمدة 6 ساعات في جميع مواسم السنة. السائل المنوي المأخوذ من الديكة يمكن إن يخزن لمدة تصل إلى 48 ساعة تحت ظروف هوائية بدون حصول فقد في القابلية الإخصابية. لذلك من الواضح إن فرصة الاستعمال واسع النطاق للتلقيح الاصطناعي في صناعة الدواجن والرومي غير محصورة بانعدام التكنولوجيا. ممكن إن توضع الذكور في المساكن وتتم إدارتها لتعظيم إنتاج السائل المنوي، والسائل المنوي يمكن إن يكون موزع محلياً بين قطعان الأمهات التي هي جزء من نظام إنتاج متكامل أو إن السائل المنوي ممكن إن يتم شرائه من السماسرة brokers الذين بإمكانهم تجهيز الأصول الوراثية التي تتقابل مع حاجة السوق.

خزن السائل المنوي المجمد:

على الرغم من إنه بالإمكان إجراء عملية الوقاية ضد عملية التجميد cryopreservation للخلايا المأخوذة من حيوان حي أو مشتقة من خلايا حيوانية في وسط زرعي، فأن تجميد وإسالة النطف دائماً يكون مصحوب بفقد جوهري في الحيوية (القابلية على الحياة viability). في بعض الحالات تجميد الخلايا cryopreserve وقبول الفقد يكون أكثر ملائمة من المحافظة على الحيوانات أو المحافظة على الخلايا في المزرعة، وتحت هذه الظروف تكون التكنولوجيا مفيدة. لو إن الخلايا بالإمكان الحصول عليها بوفرة، فأن الفقد خلال التجميد cryopreservation قد يكون غير مهم، لكن عندما يكون تجهيز الخلايا محدود، فأن التقنية قد تكون غير عملية. تجميد وإسالة النطف في الدجاج مرتبطة بفقد 98 – 99% من الخلايا. ولذلك الحاجة لحفظ السائل المنوي يجب إن تكون حقيقة عندما تتخذ هذه

شكل 18. الأدوات المستخدمة لخزن السائل المنوي المجمد بالنايتروجين السائل .

شكل 19. المعدات الخاصة بحفظ السائل المنوي المبرد لعدة ساعات .

التكنولوجيا بدون تحسن. تبني البروتوكولات protocols الحالية لعملية الحفظ بالتجميد cryopreservation قد يكون مفيد في برامج تحسين الخطوط النقية ويبدو من غير المحتمل تطبيق هذه التكنولوجيا على نطاق واسع على مستوى الأجداد والأمهات لأن إستخدام السائل المنوي السائل liquid semen سيحقق أهداف برنامج التلقيح الاصطناعي بكفاءة أكبر. مثلاً نشر التراكيب الوراثية المتفوقة عادةً أحد الأهداف الرئيسية لبرنامج التلقيح الاصطناعي ولكن فقد النطف خلال عملية الحفظ بالتجميد يزيل الفائدة الممكنة. نظراً لأن عدد الذكور التي يتم الحفاظ عليها لإنتاج سائل منوي لتلقيح قطيع بسائل منوي مجمد frozen semen هي على الأقل أكبر خمس مرات من عدد الذكور المتطلبة للتلقيح الاصطناعي باستعمال السائل المنوي السائل liquid semen، فأن استخدام المادة الوراثية المتفوقة يمكن إن يتم بكفاءة أكبر من خلال توزيع السائل المنوي خلال 24 ساعة بعد عملية الجمع.

الطريقة الروتينية لتجميد وإسالة السائل المنوي للرومي لم يتم تطويرها لحد الآن ولذلك تطور أنظمة توزيع السائل المنوي بالنسبة لصناعة الرومي سيستمر في استثمار استعمال السائل المنوي في الوسط السائل. إعداد الخلايا لغرض التجميد يتطلب إضافة مواد واقية ضد التجميد cryopreservatives مثل dimethylsulphoxide (DMSO) أو الكليسرول glycerol للمخففات التي تشابه المخففات المستعملة لخزن السائل المنوي السائل liquid semen (جدول 4).

جدول 4. تركيب المخففات المستعملة للحصول على وقاية ضد التجميد cryopreservation مثالية لنطف الديكة.

1. **Lake & Stewart (1978).**

Glycerol (g)	136.4
K acetate (g)	5
Mg acetate. $4H_2O$ (g)	0.8
Na glutamate. H_2O (g)	19.2
Fructose. H_2O (g)	8.0
Polyvinyl pyrrolidone (MW 10000) (g)	3
Total volume (ml)	1000

2. BPSE (Sexton, 1977)

Dimethylsulphoxide (ml)	40
K citrate. H_2O (g)	0.64
Na glutamate. H_2O (g)	8.64
Na acetate. $3H_2O$ (g)	4.30
$MgCl_2$. $6H_2O$ (g)	0.34
K_2HPO_4. $3H_2O$ (g)	12.7
KH_2PO_4 (g)	0.65
Fructose. H_2O (g)	5.0
TES (g)	1.95
Total volume (ml)	1000

3. Tajima *et al*, 1989

Glycerol (g)	80
K acetate (g)	2.1
K glutamate (g)	2.1
K citrate. H_2O (g)	0.5
$MgSO_4$ (g)	0.35
Na glutamate. H_2O (g)	6.0
Na acetate (g)	2.5
K_2HPO_4 (g)	7.0
KH_2PO_4 (g)	1.6
KOH (g)	1.0
Na_2 HPO_4 (g)	0.8
Glucose (g)	10
Sorbitol (g)	0.7
TES (g)	4.0
Hepes* (g)	3.0
BES (g)	3.0
Total volume (ml)	1000

***Hepes: N – 2 – hydroxy ethyl piperazine – N – 2 ethane Sulphonic acid.**

بشكل عام، يخفف السائل المنوي 2 – 5 أضعاف بمحلول مخفف بأسرع ما يمكن بعد عملية الجمع ويقسم بالتساوي في قناني vials أو قصبات straws معدة لغرض التجميد cryopreseravation.

يتم حضن المزيج بدرجة 5 – 15°م لمدة تصل إلى ساعتين لتسهيل دخول المادة الواقية ضد التجميد cryopreservatives داخل الخلايا ولنقل السائل المنوي للمختبر لإجراء المعاملات الأخرى. من ثم يتم تجميد عالق الخلايا cell suspension عن طريق خفض درجة الحرارة بمقدار 1° م بالدقيقة إلى – 35 أو –40° م قبل تبريد الـ vial في بخار النايتروجين السائل، من ثم يغمر ويحفظ في النايتروجين السائل.

تتم إسالة القناني vials عن طريق وضعها في حمام مائي بدرجة 5°م قبل إن يلقح السائل المنوي إذا كانت المادة الواقية ضد التجميد cryopreservatives هي DMSO، وفي حالة استخدام الكليسرول كمادة واقية ضد التجميد cryopreservatives فيجب إن يخفف إلى أقل من 0.7% (حجم / حجم) قبل التلقيح للتغلب على ضعف الخصوبة المرتبطة به، لذلك من وجهة نظر فنية الكليسرول أقل ملائمة، لكنه ليس أكثر سمية للنطف من الـ DMSO.

إزالة الكليسرول تتطلب إضافة كميات مضبوطة من مخفف لا يحتوي على الكليسرول non – glycerolized diluent وبفترات فاصلة مضبوطة قبل إزالة الرائق supernatant بعملية الطرد المركزي بدرجة 5° م، من ثم يعاد تعليقه resuspended في مخفف لا يحتوي على الكليسرول قبل التلقيح. نظراً لأن هذا البروتوكول ليس سهل الخضوع للتطبيق الروتيني في وحدات الدواجن، فأن استعماله محدد بالأبحاث المعتمدة على المختبر. الخطوات الحديثة في تقنية الديلزة dialysis technology يمكن إن تقود إلى تقنية ذات صلة أكبر بالاستعمال الروتيني. بصرف النظر عن طريقة المعاملة، الفقد في الخلايا عندما يتم تخفيفها والضرر الذي يحل بالنطف عندما يتم تجميدها وإسالتها تشترط ما يعادل 100 µl من السائل المنوي الصافي neat semen يجب إن يلقح بفترات فاصلة تقريباً 3 أيام للحصول على مستويات عالية من الخصوبة.

عندما يستعمل الـ DMSO كمادة واقية ضد التجميد cryopreservatives لغرض التجميد والإسالة، فأن القابلية الإخصابية للنطف المأخوذة من الدجاج والرومي سوف تبقى، لكن عموماً، نسبة منخفضة ومتغايرة من البيض المأخوذ من دجاج ملقح بسائل منوي مجمد تكون مخصبة. في الوقت الذي يكون به هذا المستوى من الخصوبة كافي للمحافظة على مصارف السائل المنوي banks of semen لأغراض خاصة، فأن تطور إضافي يكون مطلوب قبل إن يتم توزيع السائل المنوي المجمد على نطاق واسع ويستعمل بشكل روتيني.

القابلية الإخصابية للنطف المجمدة والمسالة يمكن تحسينها عن طريق التلقيح أما داخل غدة القشرة shell glands أو داخل المعظم magnum، الذي يزيد عدد النطف في الغدة الخازنة للنطف sperm host gland الموجودة في المنطقة الرحمية المهبلية uterovaginal والقمع Infundibular.

اختراق العضلة العاصرة sphincter الموجودة بين المهبل وغدة القشرة يعقبه انخفاض في إنتاج البيض والتلقيح داخل المعظم يتطلب تدخل جراحي، لذلك كلا الإجرائين يتم التفكير بهما فقط عندما الحاجة لاسترداد المورثات تضمن مقاييس كبيرة.

اقتصاديات التلقيح الاصطناعي:

الفائدة الاقتصادية للتلقيح الاصطناعي في الرومي بديهية، نظراً لكون إن التزاوج الطبيعي مستحيل جسدياً في هذه القطعان، عندما تصبح قطعان أمهات فروج اللحم أكبر والخصوبة تنخفض يزداد التطبيق الواسع النطاق للتلقيح الاصطناعي وتصبح الفائدة كبيرة اقتصادياً.

الحد الأعلى للفائدة من التلقيح الاصطناعي يتحقق عندما تسكن الذكور والإناث في الأقفاص وتكون الأمهات حاوية على جين التقزم dwarf gene. استخدام الأقفاص يعطي فرصة للمحافظة على وزن الجسم لكل ذكر بدقة كبيرة ومنع العراك بين أغلب الطيور العدائية. هذه التحسينات في إدارة ورفاهية الذكور يمكن إن تقلل الهلاكات من 13% إلى 2%.

علاوة على ذلك، عدد الطيور المتطلبة لكل قطيع تقل بمقدار 5 – 10 أضعاف ولذلك يمكن استعمال أحسن التراكيب الوراثية وبكثافة أكبر في كل جيل. نظراً لأن سلوك التزاوج غير متطلب في برنامج التلقيح الاصطناعي، لذلك يمكن ممارسة ضغط انتخاب كبير في كل جيل على صفات تسهم في نوعية الذبيحة. الفائدة الأكبر تشتق من استعمال الإناث المتقزمة، نظراً لأن الإناث المتقزمة تستهلك علف أقل تقريباً بـ 30% من نظيراتها غير المتقزمة وإن كلفة العلف تشكل حوالي 60% من كلفة إنتاج فروج اللحم. إضافة إلى ذلك، العمر عند النضج الجنسي يقل ونسبة البيض الفاقس تزداد عندما يتم تربية الدجاج في الأقفاص.

أوزان الجسم للذكور والإناث تقل وتكون أقل تغايراً في أنظمة الأقفاص والتي تعطي فوائد اقتصادية إضافية كما هو واضح من انخفاض كمية العلف المستهلك لكل كغم من البيض المنتج ومن كمية العلف المستهلك لكل فرخ منتج. الخصوبة أما تكافئ عندما تقارن بالقطعان المرباة على الأرض التي تعطي خصوبة ممتازة أو أحسن عندما تقارن بقطعان أمهات فروج اللحم التي تعطي نسبة كبيرة من البيض غير المخصب. العقبة الاقتصادية الرئيسية لاستعمال دجاج الأمهات القزمة في الأقفاص والتلقيح الاصطناعي هي الأداء الضعيف قليلاً لجيل الذكور الهجينة heterozygote male offspring. يبدو من المحتمل، إن خطوط الذكور كبيرة الجسم يمكن

أن تكون منتخبة والتي تكون غير ملائمة للتزاوج الطبيعي لكنها تعطي نسل كبير عندما تضرب عن طريق التلقيح الاصطناعي مع الدجاجات القزمة. جزء من الانخفاض في حجم الجسم لنسل الدجاج القزم يعزى إلى البيض الصغير الذي تنتجه، هذه المسألة دعمت من قبل دراسات حديثة أشارت إلى إن وزن الجسم بعمر 6 أسابيع مرتبط بدرجة كبيرة مع الوزن عند الفقس والذي بدوره يعتمد على حجم البيضة. الارتباط بين حجم البيضة ووزن الفروج النهائي قليل الوضوح جداً في الخطوط سريعة النمو التي تستخدم حالياً لإنتاج أفراخ فروج اللحم ولذلك يبدو من غير المحتمل بأن حجم البيضة الصغير لدجاج أمهات فروج اللحم القزمة مرتبط بمعدل النمو اللاحق لنسل الفروج broiler offspring.

الفصل السادس

تكوين البيضة

تكوين البيضة Egg formation:

إن القناة التناسلية الأنثوية، والتي يشار إليها عادةً بقناة البيض oviduct في الطيور (شكل 1)، تلتقف البويضة خلال 15 دقيقة بعد التبويض، تجهز البيئة الملائمة للإخصاب، وتقوم بإفراز الألبومين albumen، غشاء القشرة، القشرة والكيوتكل بطبقات متحدة المركز concentric حول البويضة ovum.

عملية وضع البيضة oviposition للبيضة الكاملة تترافق مع الذخيرة السلوكية behavioral repertoire والتي تجبر الدجاجة على البحث عن مواقع تعشيش nesting sites مناسبة. تنسيق هذه الأحداث يتضمن التحفيز الميكانيكي mechanical stimulation لقناة البيض من خلال عبور البويضة، السيطرة الصمية العصبية neuro endocrine control للعضلات الملساء في غدة القشرة shell gland، والتنظيم الصمي لتحريك الكالسيوم من المخازن depots في العظام اللبية medullary bones ومن الغذاء المتناول feed stuffs.

القناة التناسلية الأنثوية The female reproductive tract:

بعدم وجود التحفيز الضوئي non – photo stimulated، الدجاجة قبل البلوغ prepubertal hen، فأن وزن القناة التناسلية الأنثوية يكون 0.2 غم تقريباً، في حين إن وزن القناة التناسلية للدجاجة البياضة يكون حوالي 50 غرام، الزيادة بمقدار 250 ضعف في وزن القناة التناسلية يترافق مع ارتفاع قبل البلوغ الحاصل في تراكيز الإندروجينات، الإستروجينات والبروجسترون.

بالرغم من أن تفاصيل العدد الهائل من التداخلات التي تكون مطلوبة لتنسيق التطور في القناة التناسلية تحت تأثير ستيرويدات المناسل gonadal steroids، لم يتم توضيحها بشكل كامل، فأن إنتاج بروتينات بياض البيض الأفدين avidin واللايسوزايم lysozyme والأوفاألبومين ovaalbumen قد تم دراستها بالتفصيل من قبل المختصين بعلم الحياة الجزيئي وعلم الحياة الخلوي لتحديد التغيرات التي تحصل عندما تتفاعل الستيرويدات مع مستقبلاتها في الخلايا الإفرازية وتبدأ بتصنيع البروتين.

الوصف للوظائف الإفرازية الأخرى للقناة التناسلية، مثل إنتاج الألياف fibers التي تكون أغشية القشرة، وترسيب الكالسيوم لم تتطور على المستوى الجزيئي molecular level لحد الآن.

تتعلق القناة التناسلية الأنثوية في تجويف الجسم من خلال الأربطة ligaments التي تربط القناة التناسلية طوال طولها الكلي entire length بالجزء الظهري الجانبي dorsolateral للتجويف الجسمي. في معظم الإناث، القناة التناسلية اليسرى فقط تكون موجودة، بالرغم من أن

القناة التناسلية اليمنى تتطور تلقائياً في بعض الإناث وقد استخدمت هذه الإناث في محاولات للحصول على سلالات من إناث تمتلك قنوات تناسلية يمنى ويسرى فعالة.

قناة البيض عبارة عن أنبوب سباعي الطبقات (يتكون من سبع طبقات) والذي يتم فيه تكوين البيضة الكاملة من البويضة ovum. الغطاء الخارجي للأنبوب عبارة عن البريتون peritoneum، والذي يتكون من خلايا طلائية، الطبقة الطولية من العضلات الملساء تقع مباشرةً تحت البريتون وفوق لوح sheet من النسيج الرابط الذي تتكون فيه الأوعية الدموية. تقع الطبقة الدائرية من العضلات الملساء تحت النسيج الرابط مباشرةً وتنفصل عن الطبقة المخاطية التحتية underlying mucosa بواسطة لوح ثاني من الأنسجة الرابطة. تقع الخلايا الإفرازية للقناة التناسلية في الطبقة المخاطية، والتي تحتوي على منطقة غدية خارجية وبطانة داخلية inner lining من الخلايا الطلائية. الغدد الأنبوبية tubular glands والتي تقع في المنطقة الخارجية، تحتوي على نوع واحد من نوعي الخلايا الإفرازية الموجودة في القناة التناسلية. إفرازات الغدد الأنبوبية تنتج من قبل الخلايا الواقعة عند قاعدة النبيب وتطرح إلى التجويف من خلال قناة قصيرة. الخلايا الإفرازية الثانية تترصع interspersed مع الخلايا المهدبة غير الإفرازية الموجودة في البطانة الطلائية المواجهة لتجويف القناة التناسلية. بالرغم من إن جميع الطبقات يمكن إن توجد في جميع أجزاء القناة التناسلية، فأنها تتطور إلى أعلى أو أقل مدى في أي جزء من القناة. على سبيل المثال، فأن الألياف العضلية التي تحيط بالقمع infundibulum تكون غير كثيفة sparse في حين إن الغدة القشرية والمهبل تحاط بطبقة داخلية متطورة جيداً من الألياف العضلية الدائرية وطبقة خارجية من الألياف العضلية الطولية. في كل جزء من القناة التناسلية، الخلايا الإفرازية للظهارة epithelium وللغدد الأنبوبية تكرس لإنتاج مختلف، مثل بروتين بياض البيض في المعظم magnum، ألياف أغشية القشرة في البرزخ isthmus، أو أيونات الكالسيوم والكاربونات في الغدة القشرية shell gland.

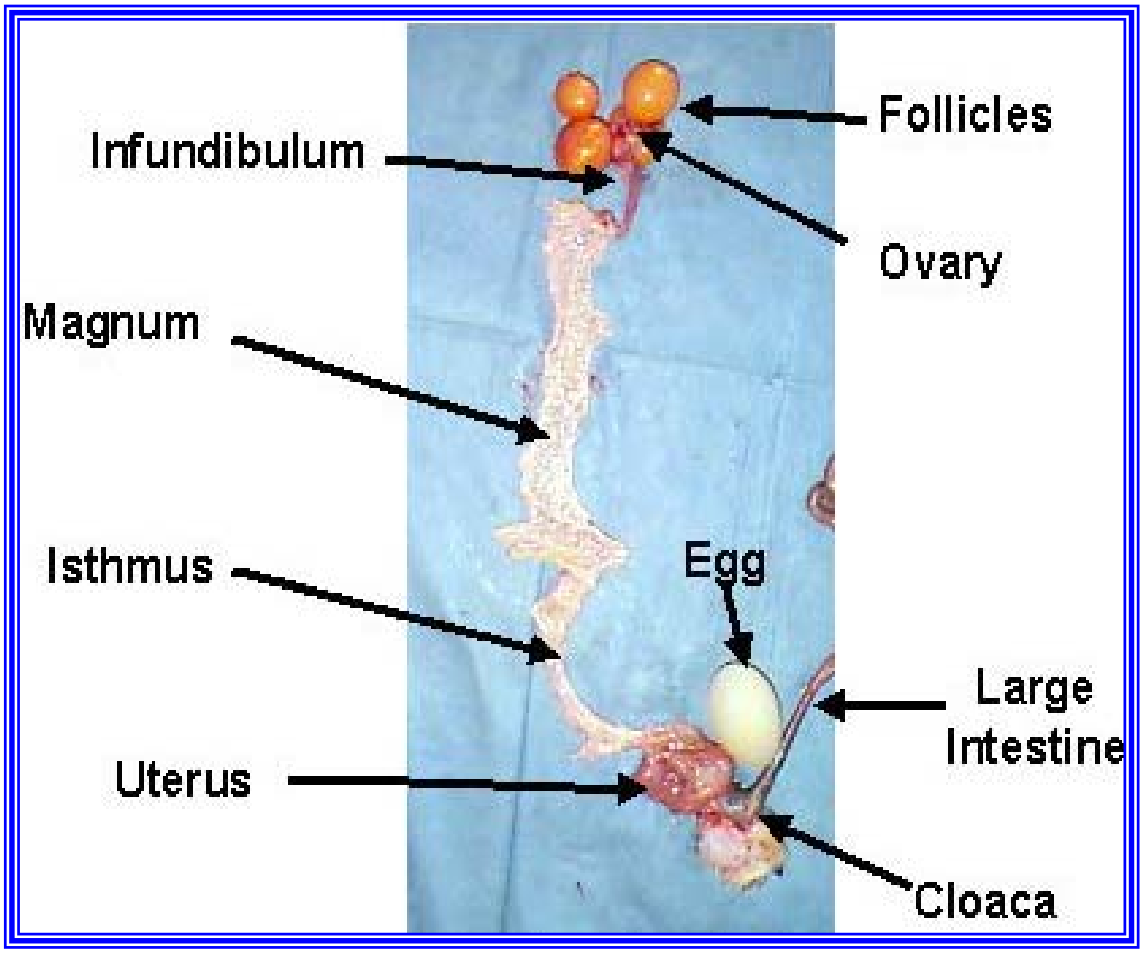
تتوزع مجاميع من الخلايا اللمفاوية lymphatic cells على طول الطبقة المخاطية mucosa، من المحتمل، هي عبارة عن بؤرة ثالثة tertiary من الخلايا المنتجة من الجهاز المناعي والتي تجتاح النسيج استجابةً للتحدي المناعي immune challenge. الأنسجة العضلية للقناة التناسلية تكون مجهزة بشكل جيد بالمدخلات العصبية neural inputs من الجهاز العصبي الذاتي autonomic nervous system الذي يحافظ على مستوى مناسب من تركيز الأجزاء المختلفة، لقد أفترض بأن القناة التناسلية تجهز أيضاً بأعصاب حسية sensory nerves نظراً لأن إدخال المهيجات irritants مثل الخيط thread داخل الغدة القشرية يثبط ترسيب كاربونات الكالسيوم $CaCO_3$ على القشرة.

القمع The infundibulum:

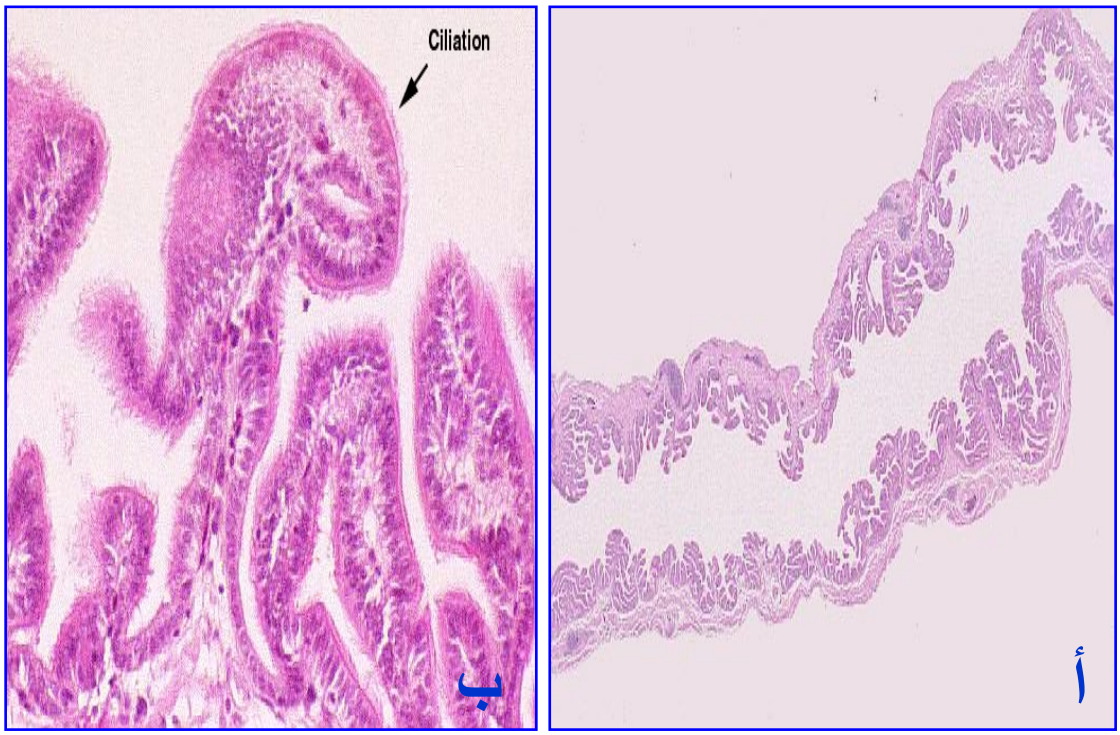
يلتقط القمع البويضة المباضة حديثاً بفعالية وهو أيضاً موقع حدوث الإخصاب. الجزء الأمامي، أو الهدب fimbria، عبارة عن نسيج جداري walled tissue رقيق وشكله يشبه النهاية المتسعة flared end للقمع funnel ويبطن بخلايا مهدبة غير إفرازية (شكل 2). نظراً لأن الإخصاب يجب إن يحدث قبل إن تغطى البويضة بإفرازات القناة التناسلية، فمن المعقول الاستنتاج بأن اختراق الحيمن sperm penetration يبدأ في هذه المنطقة من القمع. بالرغم من إن المكونات العضلية للهدب fimbria متطورة بشكل رديء، فأن كتلة القمع تزداد عند وقت الإباضة عندما تقوم حافات هذا النسيج بالتقاط البويضة الساقطة. إذا ما وجد أي شيء غريب له حجم مماثل تقريباً للصفار yolk بالقرب من القمع عند وقت التبويض، فأنه سوف ينتقل غالباً داخل القناة التناسلية ويتقدم داخل البيضة الكاملة. عندما يصبح تجويف القمع أضيق، فأن الطبقة المخاطية تنطوي folded وإن الخلايا الإفرازية في الظهارة تصبح أكثر وفرةً. من المحتمل، إن الخلايا الإفرازية تساهم في الطبقة المحية الخارجية extravitelline لغشـاء المح yolk membrane، بالرغم من إن الغدد الأنبوبية، التي تكون واضحة في النهاية الخلفية للقمع، ربما تلعب دور معنوي كذلك في إنتاج الطبقة الخارجية من غشاء المح. البويضة ربما تقضي فترة لغاية 15 دقيقة في تجويف الجسم بعد التبويض قبل إن يتم التقاطها من قبل الهدب fimbria، وتنتقل خلال القمع بفترة متساوية من الوقت.

المعظم The magnum:

تنتج بروتينات بياض البيض في المعظم وترسب على البويضة عندما تجتاز هذه المنطقة بفترة 3 ساعات تقريباً. تنطوي الطبقة المخاطية mucosa للمعظم بـ 15 – 22 من الحيود الابتدائية primary ridges وعدد أقل من الحيود الثانوية secondary ridges والتي تصطف لولبياً. كل حيد ربما يكون ارتفاعه 4 – 5 ملم، وعندما تعبر البيضة خلال المعظم، فأن الحيود تتضخم وإن الخلايا الإفرازية الواقعة ضمنها تفرغ محتوياتها من بياض البيض (الشكلين 3 و 4). الطبقة العضلية التي تحيط بالمعظم تكون غير كثيفة ولكنها متطورة جيداً وبدرجة كافية لنقل البيضة. الغدد الأنبوبية هي الأكثر وفرةً في هذه المنطقة من القناة التناسلية، وهي مصدر الأوفا ألبومين ovalbumin، والتي تشكل 54% من بياض البيض. ويعتقد بأن الغدد الأنبوبية هي أيضاً مصدر الـ lysozyme و ovotransferrin و ovomucoid، وبذلك، فهي مـن المحتمل المصدر لـ 80% على الأقل من بياض البيض. ولم يثبت فيما إذا كانت جميع الخلايا ضمن الغدة الأنبوبية تقوم بإفراز نفس البروتين أو خليط البروتينات، كذلك فأن التنظيم الفسلجي لإنتاج وترسيب أي من البروتينات الأربعين أو أكثر التي تساهم في بياض البيض لم يتم توضيحه.



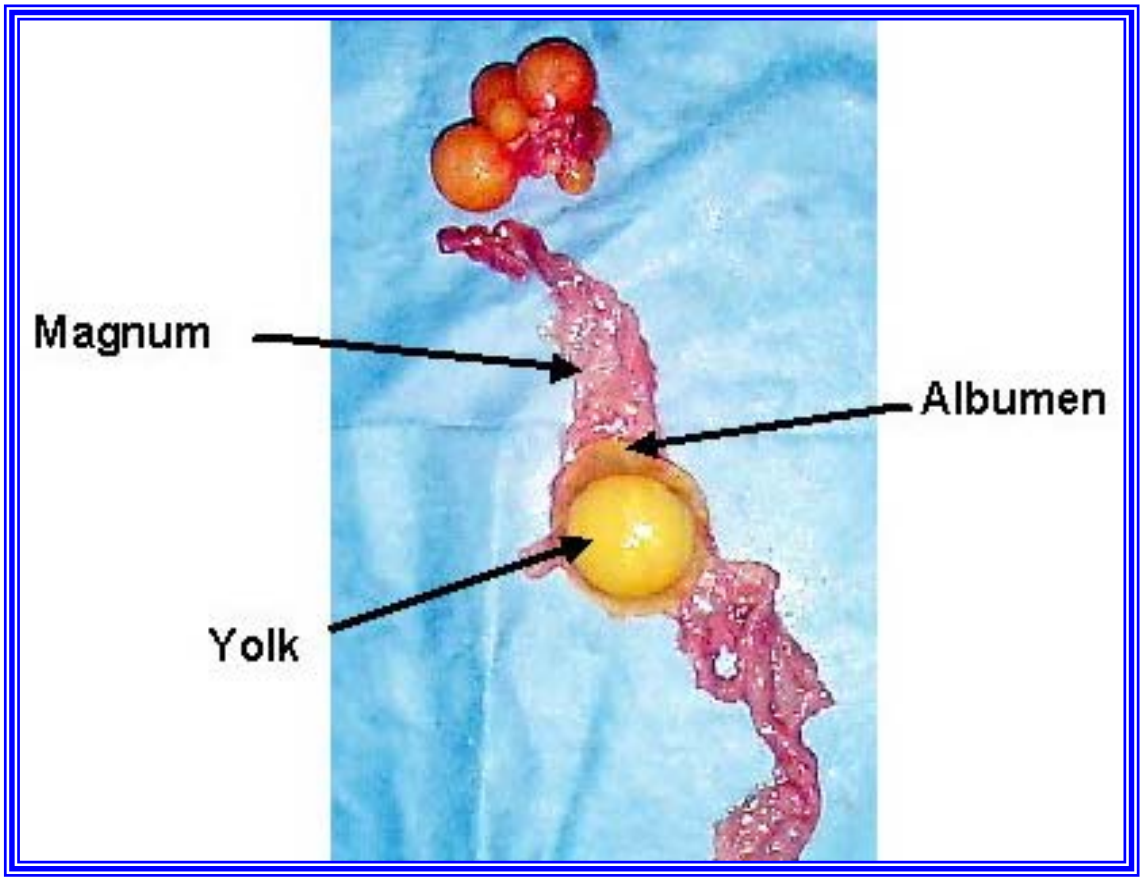
شكل 1. وظيفة الجهاز التناسلي الأنثوي التي تبدأ بألتقاط البويضة في منطقة القمع وتنتهي بأخراج البيضة الكاملة من فتحة المجمع.



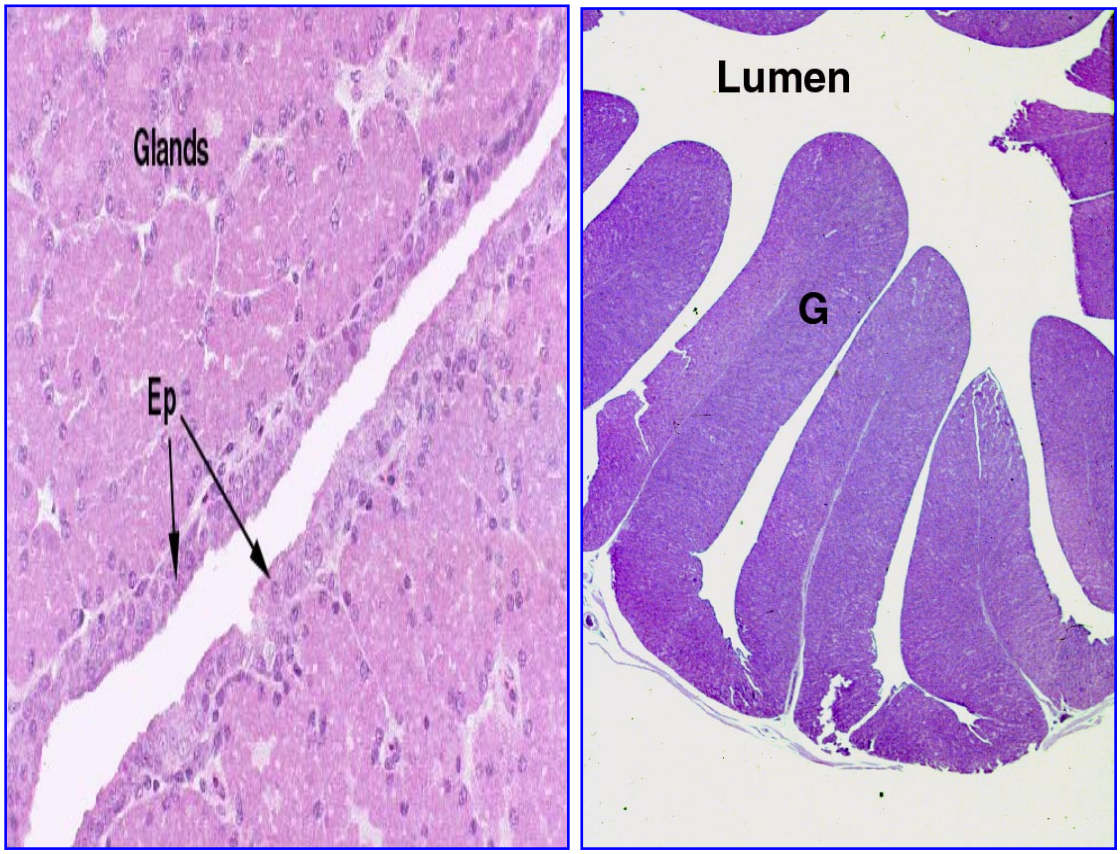
شكل 2. مقطع عرضي في القمع (أ) وهدب (fimbria) القمع (ب).

إفراز بروتين الـ avidin محدد بالخلايا الطلائية التي تبطن تجويف القناة التناسلية، وبذلك، فمن الواضح بأن النظام الكامل complete array للبروتينات في بياض البيض لا تنتج من قبل نفس الخلايا. إنتاج الـ ovomucin من المحتمل محدد أيضاً بالخلايا الطلائية. إنتاج الألبومين يبدو إنه ينبثق باستمرار ضمن الخلايا الإفرازية الواقعة في كلاً من الظهارة epithelium والغدد الأنبوبية، بالرغم من إنتاج البروتين يرتفع بحوالي الضعفين تقريباً عندما تكون البويضة في المعظم.

تخزن البروتينات في حبيبات مجاورة لتجويف القناة أو في الخلايا الإفرازية للغدد الأنبوبية لحين إفراغها عندما تنتقل البويضة ضمن هذه المنطقة. الخلايا الإفرازية للظهارة لا تقوم بإطلاق جميع الحبيبات المصنعة عندما يعبر المح yolk خلال المعظم، وربما يحتوي بروتينات كافية لغرض الترسيب على بيضتين مباشرةً قبل دخول البيضة للمعظم. الميكانيكية التي تحث على إفراغ حبيبات الخلايا الإفرازية غير واضحة، لكن يعتقد عموماً بأنها مرتبطة بانتفاخ ميكانيكي mechanical distension للقناة عندما تنتقل البيضة داخلها. إنتاج الحبيبات ضمن، وانطلاق الحبيبات من، الخلايا الإفرازية للظهارة للغدد الأنبوبية يبدو بأنها تتبع النمط التقليدي الموصوف لأنواع عديدة من الخلايا التي تقوم بإفراز البروتينات. تنتج البروتينات في الشبكة الإندوبلازمية عند قاعدة الخلايا الإفرازية وتعبأ من قبل جهاز كولجي في حبيبات يحدها غشاء ثلاثي في الجزء الأوسط للخلايا. الحبيبات حديثة التولد nascent granules تندمج ضمن حبيبات خزن كبيرة والتي تتجمع في المنطقة القمية للخلايا المجاورة لتجويف قناة الغدة. ويتم إطلاق المحتويات في التجويف عندما يندمج الغشاء الذي يحد حبيبات الخزن مع غشاء الخلية. تركيب ووظيفة الجينات المسؤولة عن إنتاج ovalbumin و lysozyme و avidin قد درست بشكل مركز خلال العقد الماضي من قبل البايولوجيين المهتمين بالتداخلات الجزيئية التي تسيطر على التعبير الجيني gene expression. هذه الجينات قد تم انتخابها للدراسة بسبب إن تعبيرها يحث بالهرمونات الستيرويدية، وفي حالة الـ lysozyme، فأن البروتين يفرز بمعدلات مختلفة في أنسجة مختلفة. سلسلة قواعد النيوكليوتايد nucleotide التي تحول encodes رسائل هذه الجينات والتي لها فهم جزئي وتوضيحي للعوامل المختلفة التي تسيطر على التعبير الجيني قد تم التعرف عليها. مناقشة التداخلات الجزيئية التي تنظم تعبير هذه الجينات هي أبعد من مدى هذا الموضوع، بالرغم من إن تطبيق الأساسيات والتي ظهرت حديثاً على المستوى الجزيئي ربما تستغل لجني الكميات المرتفعة من البروتين والبروتينات ذات الصفات المتخصصة من بيض الدجاج في المستقبل المتوقع.



شكل 3. إضافة بياض البيض حول الصفار في منطقة المعظم.



شكل 4. مقاطع في منطقة المعظم، G = الغدد و Ep = ظهارة الغدد الفارزة للألبومين.

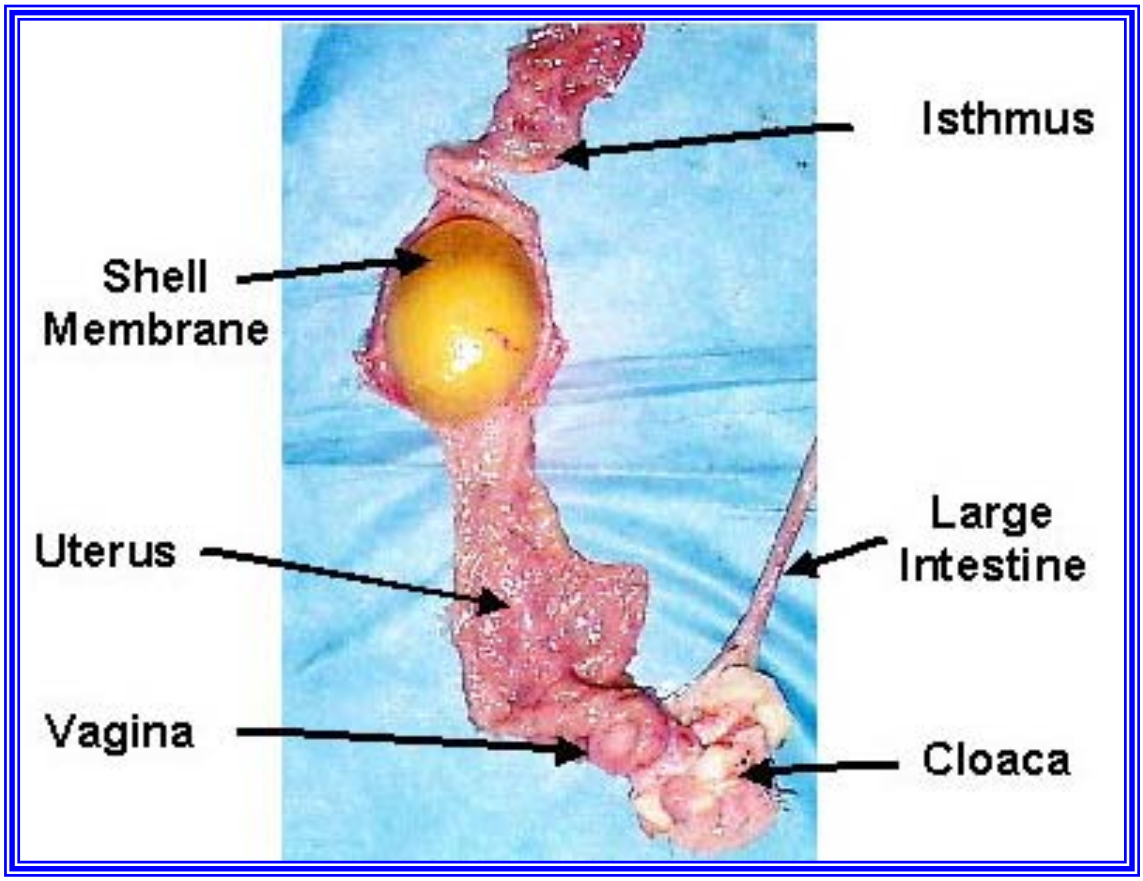
البرزخ The isthmus:

ينفصل البرزخ عن المعظم بمنطقة شفافة translucent ضيقة والتي تنعدم الغدد الأنبوبية فيها. تكون الطبقة المخاطية للبرزخ ذات حيود ridged كما هو الحال في المعظم، ولكن هذه الحيود ridges تكون أصغر وممتدة بصفوف طولية أكثر مما هي في صفوف حلزونية. الخلايا الإفرازية في الغدد الأنبوبية يعتقد بأنها تقوم بإفراز الباب cores الألياف التي تكون أغشية القشرة (الشكلين 5 و 6) وإن الخلايا الإفرازية للظهارة يعتقد بأنها تقوم بإفراز الغلاف mantle الذي يحيط بهما. ليس هناك فرق مورفولوجي واضح بين الخلايا في البرزخ التي تقوم بإفراز الألياف السميكة لغشاء القشرة الخارجي والألياف الرقيقة لغشاء القشرة الداخلي.

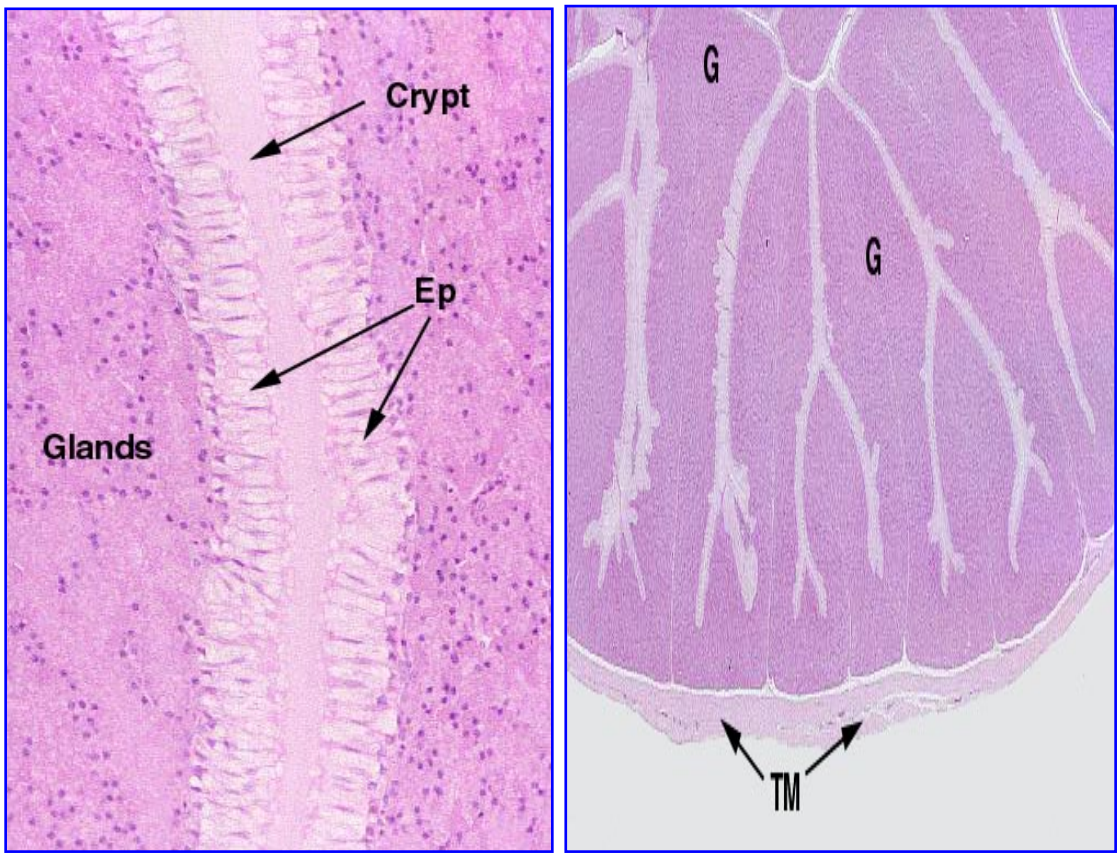
عندما يتم أخذ البيضة من النهاية الخلفية للبرزخ فأن غشاء القشرة الخارجي يغطي المساحة الأكبر من البيضة مقارنةً بغشاء القشرة الداخلي، لذلك، فأن الغدد الأنبوبية التي تقوم بإنتاج الألياف السميكة ربما تكون أكثر تركيزاً في الجزء العلوي من البرزخ. من الواضح بأن عدد من التغييرات الفيزيو – كيميائية يجب إن تحدث لتكوين الألياف من البروتين المفرز من الغدد الأنبوبية، ولكن هذه العملية قد تلقت القليل من الاهتمام ولذلك لم توصف بالتفصيل، وأظهر المجهر الإلكتروني بأن منتجات الحبيبات الإفرازية للخلايا في الغدد الأنبوبية تندمج داخل القناة لتكوين الألياف التي تطرح من فتحة الغدة إلى داخل تجويف القناة التناسلية. عندما تعبر البيضة خلال البرزخ بحوالي ساعة ونصف، فأن الألياف تتناسج interwoven إلى أغشية القشرة الخارجية والداخلية.

الغدة القشرية The shell gland:

اعتماداً على الفترة الضوئية، فأن البيضة تقضي حوالي 18 – 22 ساعة في الغدة القشرية. بينما تستقر البيضة في هذه المنطقة، فأنها تمتص imbibes حوالي 15 غم من الماء، تتبادل عدة الكترولايت، تتضمن Na^+ و K^+ و Cl^- مع سائل الغدة القشرية، وتستلم غلافها المتكون من كاربونات الكالسيوم $CaCO_3$ والبروتين والصبغات والكيوتكل والمكونات الأخرى للقشرة (شكل 7). وفي نهاية استقرارها في الغدة القشرية، فأن البيضة تقذف expelled بقوة عن طريق تقلصات العضلات الملساء التي تحيط بالطبقة المخاطية (شكل 8). لإنجاز هذه المهمات المتنوعة والمعقدة، فأن الغدة القشرية تحتوي على عدة أنواع من الخلايا الإفرازية في كل من الظهارة epithelium والغدد الأنبوبية، كما إنها محاطة بعضلات طولية ودائرية متطورة بشكل جيد (شكل 9). بالرغم من إن الطبقة المخاطية للغدة القشرية الكاملة تنتظم في طيات صغيرة ذات شكل ورقي مغطاة بخلايا مهدبة وغير مهدبة وتحتوي على غدد أنبوبية، فأنها قد قسمت إلى منطقتين من قبل المختصين بدراسة الأنسجة histologists.



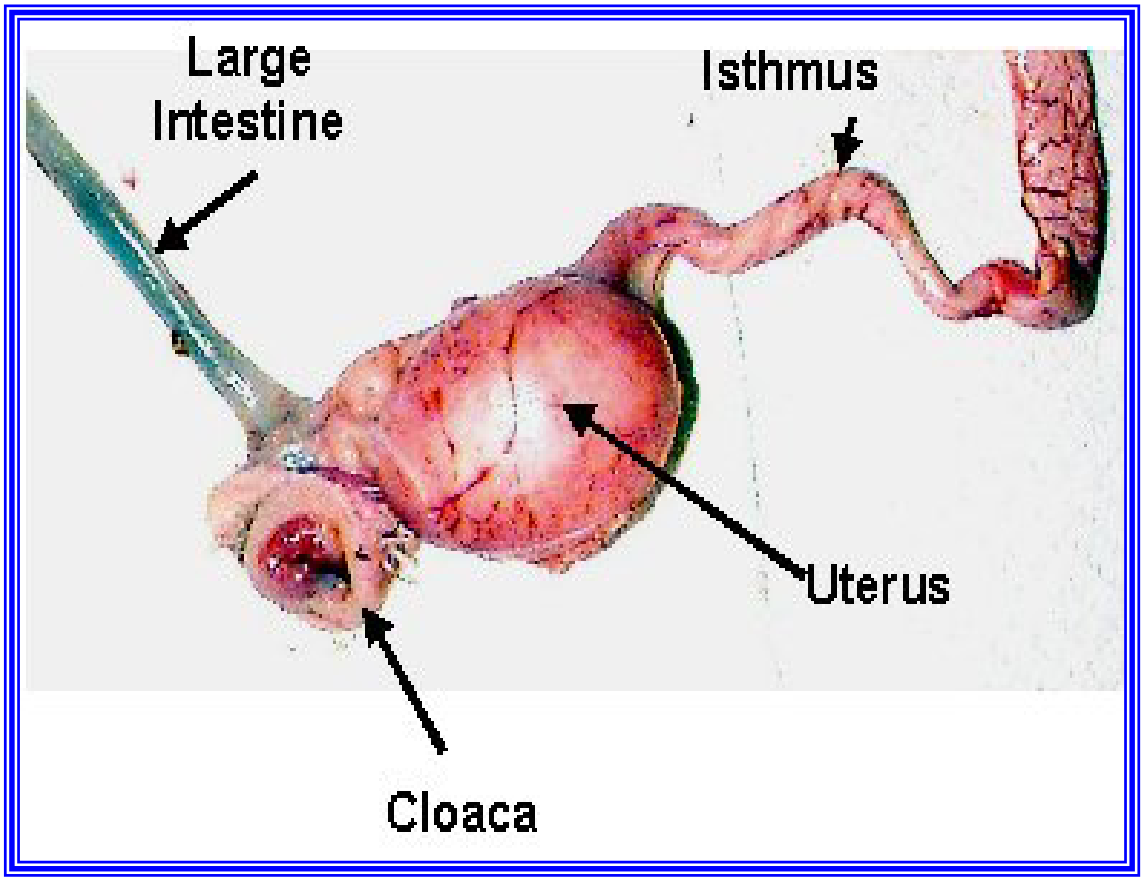
شكل 5. إضافة أغشية القشرة حول بياض البيض في منطقة البرزخ.



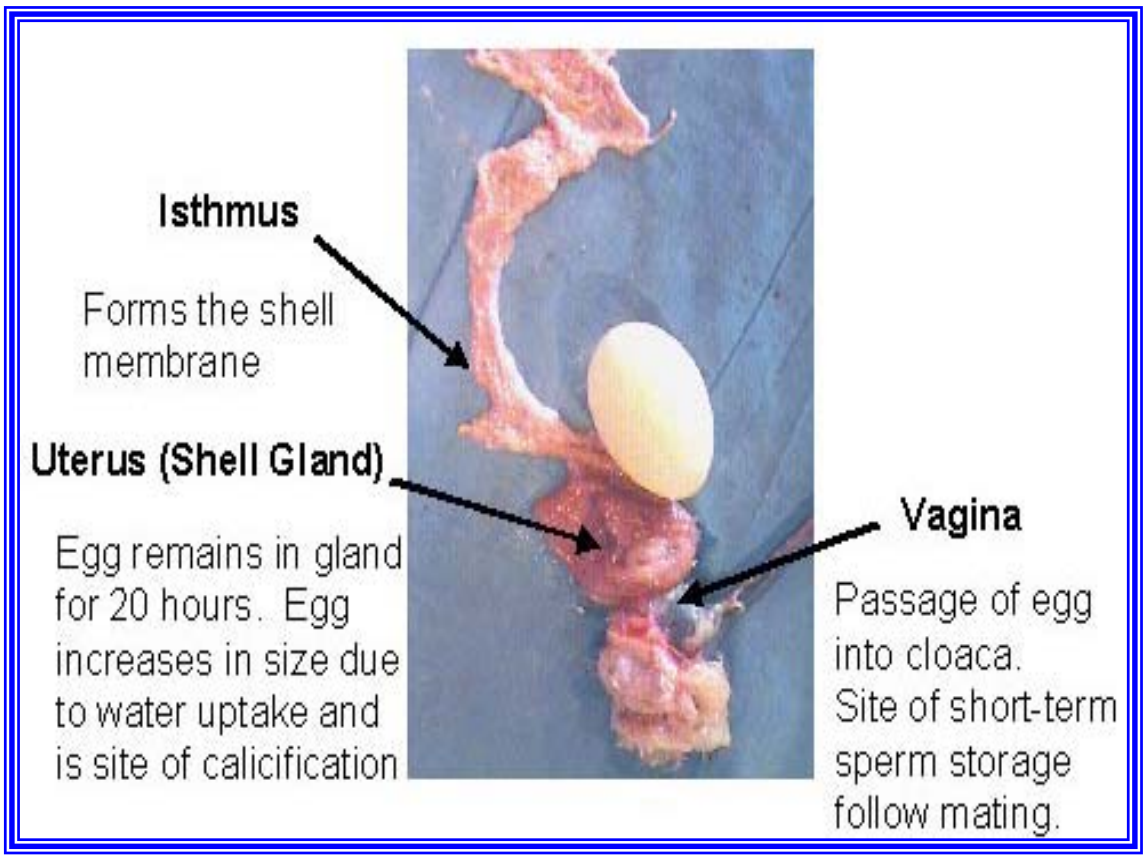
شكل 6. مقاطع في منطقة البرزخ ، TM = الغلالة العضلية.

المقطع الأمامي والذي يبلغ طوله 2 سم تقريباً قد وصف كونه الغدة القشرية الأنبوبية tubular shell gland أو الاتصال البرزخي – الرحمي isthmo – uterine junction، وقد أقترح بأنها مصدر السوائل التي تمتص من قبل البيضة. خلال الساعات الخمسة الأولى بعد دخول البيضة إلى الغدة القشرية، فأن 8 مل من الماء الحاوي على الالكتروليت تتجمع داخل البيضة. عندما يزداد معدل التكلس calcification بعد هذه الفترة الابتدائية في الغدة القشرية فأن معدل أخذ السوائل ينخفض إلى 0.15 مل / 8 ساعات أو أقل. هذه المنطقة العلوية من الغدة القشرية ربما تكون مسؤولة كذلك عن تنظيم الألياف، والتي أنتجت وترسبت في البرزخ، داخل الألباب الحليمية mamilliary cores التي تثّبت anchor بلورات كاربونات الكالسيوم على أغشية القشرة shell membranes (الشكلين 10 و 11). وتعبر البيضة بسرعة خلال الغدة القشرية الأنبوبية إلى داخل كيس الغدة القشرية shell gland pouch، حيث تبقى فيه طوال عملية التكلس. بخلاف الأجزاء الأخرى من القناة التناسلية والتي تكون فيها الخلايا المهدبة غير إفرازية، فأن الخلايا المهدبة للغدة القشرية تمتلك خصائص نسيجية والتي تلاحظ بصورة مثالية في الخلايا الإفرازية وإن فعاليتها تختلف تبعاً لمرحلة تكوين القشرة.

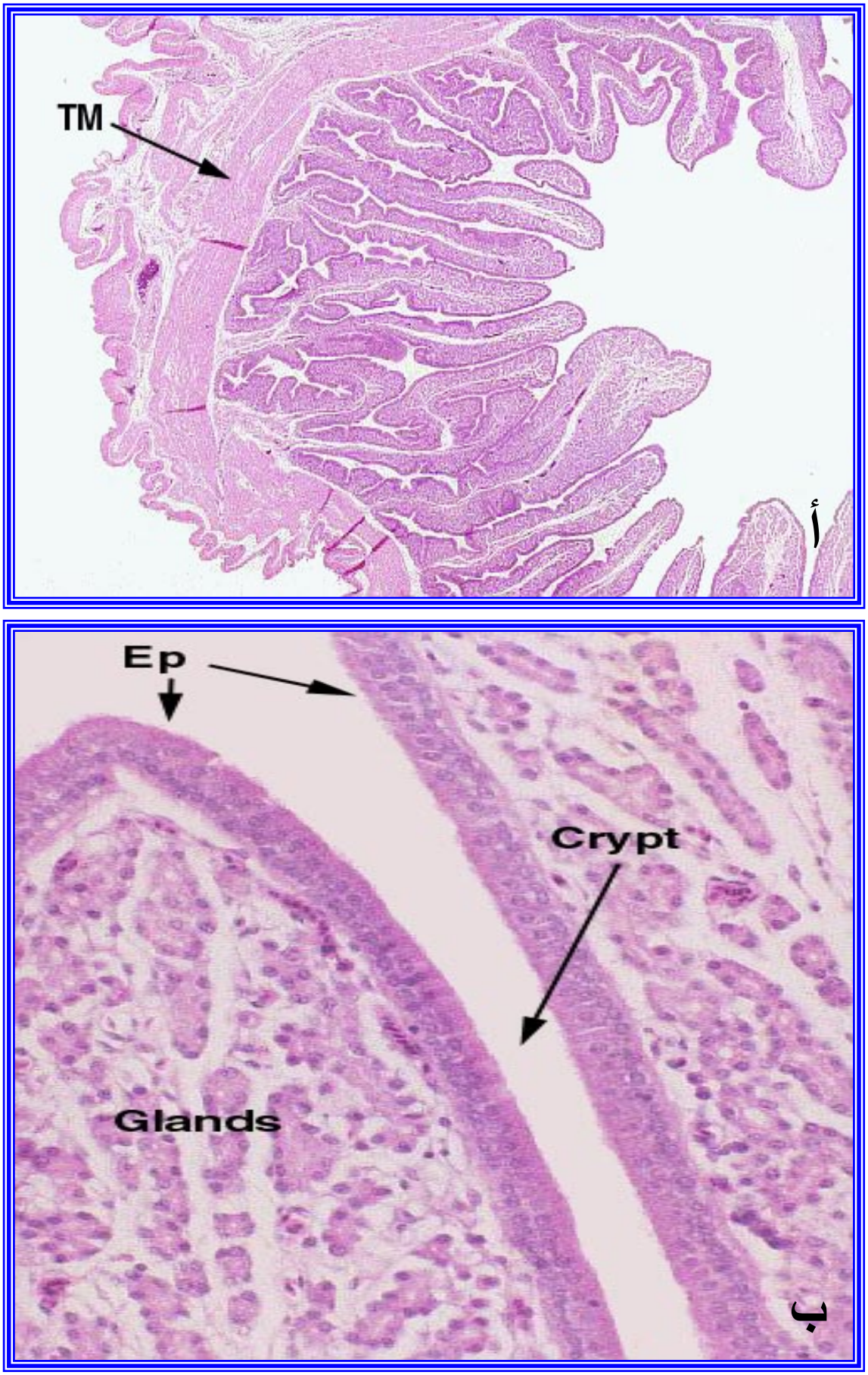
الخلايا غير المهدبة التي تبطن السطح الظهاري epithelial surface للطيات ذات الشكل الورقي في الغدة القشرية، والخلايا الإفرازية ضمن الغدد الأنبوبية تتغير كذلك تبعاً لمرحلة تكون القشرة. وقد أقترح بأن أيونات الكالسيوم Ca^{+2} تنتقل داخل سائل غدة القشرة بواسطة الخلايا المهدبة او الخلايا غير المهدبة أو كلاهما في ظهارة الغدة القشرية، وإن خلايا الغدد الأنبوبية تنتج إنزيم carbonic anhydrase. البيانات التي تدعم هذا الافتراض إما إن تكون غير موجودة أو متناقضة بوضوح، على سبيل المثال، البروتين الرابط للكالسيوم calcium binding protein، والذي أفترض بأنه يكون مطلوب لنقل أيونات الكالسيوم Ca^{+2} من الدم إلى داخل سائل الغدة القشرية، يكون موجود في خلايا الغدد الأنبوبية ولكن أيونات الكالسيوم Ca^{+2} تتمركز في الخلايا الطلائية. باستخدام طرق مختلفة لتحديد موقع الـ carbonic anhydrase، والذي يعتقد بأنه الإنزيم المفتاح key enzyme في إنتاج أيونات البيكاربونات CO_3^{-2} لتكوين القشرة، فأن باحثين مختلفين قد ذكروا بأن الإنزيم يوجد أولاً في الغدد الأنبوبية أو يتوزع بشكل متساوي في الغدد الأنبوبية والخلايا الطلائية. من الواضح، أن بحث إضافي يكون مطلوب لتحديد وظائف، والتداخلات بين خلايا الغدة القشرية. مصدر أو مصادر الإنزيمات الأخرى المطلوبة لترسيب كاربونات الكالسيوم $CaCO_3$ لم تعرف لحد الآن، لذلك، من غير المحتمل أن يشار بثقة إلى أي من الخلايا في الظهـارة والغدد الأنبوبية تقوم بإنتاج أجزاء البروتين protein portions للقشرة.



شكل 7. اضافة قشرة البيضة على البيضة تامة التكوين في منطقة الرحم .



شكل 8. المهبل هو العضو النهائي الذي تخرج منه البيضة تامة التكوين .



شكل 9 أ و ب. مقاطع في الغدة القشرية.

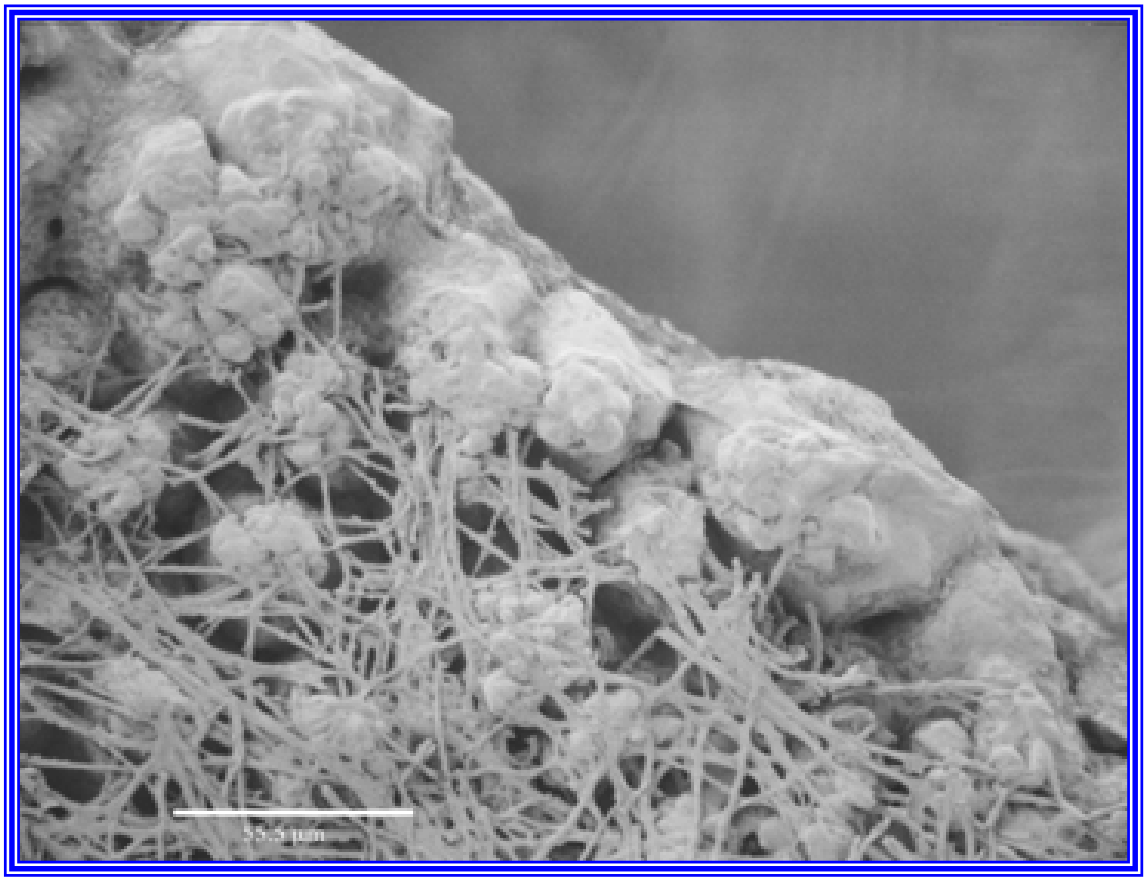
تنتج الصبغات في كل من الخلايا المهدبة وغير المهدبة التي تبطن السطح الظهاري للغدة القشرية. الصبغات، والتي هي مشتقات البورفرين porphyrin derivatives لأيض الهيموكلوبين، تترسب خلال الساعتين الأخيرتين من تكوين القشرة. يترسب الكيوتكل cuticle على البيضة الكاملة من قبل الخلايا الإفرازية غير المهدبة للغدة القشرية عندما تكون عملية تكوين القشرة قد اكتملت.

ترسيب الكالسيوم على القشرة

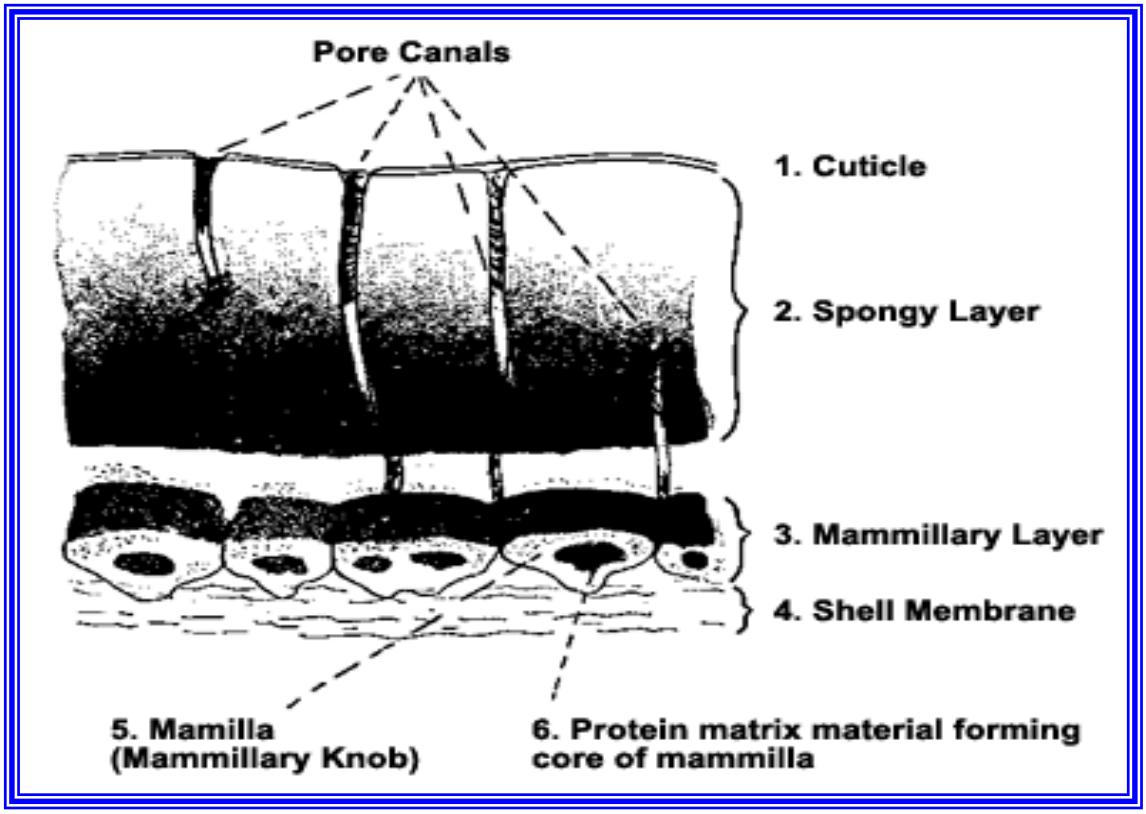
Deposition of calcium on the shell:

بالرغم من إن الخسائر العالمية السنوية حوالي 500 مليون دولار والتي تعزى إلى نوعية قشرة البيضة الرديئة، فأن القليل جداً قد عـرف حـول الميكانيكـيات الجزيئيـة molecular mechanisms التي تقوم بنقل أيونات الكالسيوم Ca^{+2} من الدم إلى سطح القشرة حيث تترسب مع أيون الكاربونات carbonate ion. ولقد أُقر، من ناحية ثانية، بأن الدجاجة البياضة تمتلك تكيفات فسلجية استثنائية والتي تسهل امتصاص، ترسيب وخزن أيونات الكالسيوم Ca^{+2} من الغذاء، والتي تستخدم ثاني أوكسيد الكاربون المذاب في الدم لتصنيع أيون الكاربونات في قشرة البيضة.

تركيز أيونات الكالسيوم Ca^{+2} في بلازما الدم يرتفع من حوالي 100 مايكروغرام / مل قبل بداية الإباضة إلى 200 – 270 مايكروغرام / مل خلال تكوين القشرة. معظم الكالسيوم يكون مترافقاً مع جسيمات البروتين الدهني واطئ الكثافة جداً very low density lipoprotein (VLDL) والـ Vitellogenin عندما تنتقل من موقع تصنيعها في الكبد إلى الحويصلة follicle النامية، لذلك، يكون غير متيسر unavailable للغدة القشرية. بالرغم من أن الكالسيوم المتأين ionized Ca^{+2} (والذي يشار إليه كذلك بالحر، غير المرتبط، والكالسيوم غير العضوي inorganic Ca^{+2}) يمثل حوالي 20% فقط من الكالسيوم الكلي في الدم، فأنه الشكل الأكثر أهمية في عملية تكوين القشرة نظراً لأن الجزيئة المتأينة فقط تحتجز sequestered بواسطة الغدة القشرية وترسب في سائل الغدة القشرية. انتقال الكالسيوم Ca^{+2} من الدم الذي يغطي perfusing الغدة القشرية إلى داخل سائل الغدة القشرية يسهل بواسطة بروتين متخصص رابط للكالسيوم يتمركز في الخلايا الإفرازية للغدد الأنبوبية. الخلايا الطلائية ربما تمارس دوراً في نقل الكالسيوم Ca^{+2} من الدم إلى سائل الغدة القشرية، بالرغم من أن تفاصيل هذا الدور غير واضح حتى الآن. لغرض سد متطلبات عملية التكلس calcification، فأن تركيز البروتين الرابط للكالسيوم في الغدة القشرية يرتفع عند النضج الجنسي استجابةً للتراكيز المرتفعة من الإندروجينات androgens والإستروجينات oestrogens.



شكل 10.الياف الكيراتين لغشاء القشرة الخارجي متصلة ببلورات كاربونات الكالسيوم التي تكون التركيب الأساسي للقشرة.



شكل 11. الطبقات المكونة لقشرة بيضة الطيور.

الزيادة في تركيز الإستروجين في البلازما يحفز إنتاج 1,25–dihydroxycholecalciferol ($1, 25 (OH)_2 D_3$) من خلال زيادة فعالية الإنزيم الذي يقوم بتحويل سلفه precursor في الكلية.

قابلية الغدة القشرية على تجميع أيونات الكالسيوم Ca^{+2} من الدم وتحويلها إلى الغدة القشرية هي استثنائية حقاً، وطوال فترة التكلس، فأن التركيز المشبع بإفـ ـراط supersaturated concentration لأيونات الكالسيوم يتم المحافظة عليه في هذا السائل لدعم ترسيب بلورات كاربونات الكالسيوم في القشرة. الطلب على أيونات الكالسيوم Ca^{+2} خلال عملية تكوين القشرة يخفض كل من تراكيز أيونات الكالسيوم والكالسيوم الكلي في بلازما الدم، بينما تركيز الكالسيوم Ca^{+2} في سائل الغدة القشرية يتم المحافظة عليه بأكثر من 4 – 12 مرة. إضافة لذلك، فأن أعلى تركيز لأيونات الكالسيوم في سائل الغدة القشرية يحدث عندما يكون تركيز أيونات الكالسيوم في الدم بحده الأدنى. بالرغم من أن الميكانيكيات الجزيئية التي تدعم هذا التدفـ ـق الهائل لأيونـ ـات الكالسيوم Ca^{+2} بين الأجـ ـزاء الفسلجيـ ـة physiological compartments المختلفة غير مفهومة، فمن الواضح إن انتقال الكالسيوم من القناة المعدية المعوية gastro intestinal tract إلى القشرة يتأثر بإنتاج فيتامين D بواسطة الكلية، وهرمون الباراثايرويد parathyroid hormone (PTH) من غدد جار الدرقية parathyroid glands.

المصدر الأساسي للكالسيوم هو الغذاء، ولكن الطلب الهائل خلال ترسيب القشرة يتطلب توزيع الكالسيوم خلال وبعد الامتصاص للمحافظة على تركيز ثابت نسبياً في الدم الداخل إلى الغدة القشرية طوال فترة ترسيب القشرة. نظراً لأن الفترة الأكثر فعالية لترسيب القشرة تحدث خلال الفترة المظلمة scotophase عندما لا يتناول الدجاج طعام أو شراب، فأن الصعوبة بتجهيز كميات وافية من الكالسيوم للغدة القشرية يمكن إن تتفاقم بفقدان استهلاك الغذاء. لغرض المحافظة على تجهيز الكالسيوم الذي يدعم ترسيب القشرة الملائمة، فأن الكالسيوم يخزن مؤقتاً في العظم عندما يكون الطلب على تكوين القشرة منخفضاً، وإن عبور الحبيبات الكلسية calcareous grit خلال القناة الهضمية يتم تنظيمه ليجعل الاستفادة المباشرة من للكالسيوم من الغذاء بحدودها المثلى.

مستودعات الخزن storage depots للكالسيوم في العظم تتطور تحت تأثير تحفيز الإستروجين عندما يرتفع تركيز هذا الهرمون عند النضج الجنسي. المستودعات depots، والتي تتألف من شكل متغير labile form من فوسفات الكالسيوم calcium phosphate يدعى العظم النخاعي medullary bone، يتمركز في المقام الأول في العظام الطويلة long bones. المستودعات الخزنية في العظم النخاعي يتم المحافظة عليها بمستوى ثابت نسبياً في الدجاجة

البياضة، حتى عندما يفشل استهلاك الكالسيوم في توفير الاحتياجات لتكوين القشرة. عندما يكون نقص الكالسيوم متواصل chronic فأن الهيكل العظمي الكامل يمكن إن يتعرض لنزع المعادن demineralized للمحافظة على مستودعات العظم النخاعي وإن السلامة التركيبية للعظم القشري cortical bone تضعف. هذه الحالة، والتي يشار إليها عموماً بإعياء أقفاص البياض cage layer fatigue، تتصف بالموت المفاجئ بسبب التكزز tetany الناجم عن التراكيز المنخفضة للكالسيوم في بلازما الدم، والعظام المطاطية rubbery، منزوعة المعادن demineralized التي تلاحظ خلال تشريح الجثة autopsy. استخدام احتياطيات العظـم bone reserves من الكالسيوم يظهر بأنه يبدأ عندما ينخفض تركيز الكالسيوم في بلازما الدم، نظراً لأن ارتشاف العظم reabsorption of bone خلال تكوين القشرة يمكن إن يمنع تدريجياً بحقن الكالسيوم Ca^{+2} داخل الجهاز الوعائي vascular system خلال فترة التكلس calcification. نظراً لأن العظم عبارة عن ملح فوسفاتي للكالسيوم في قالب عضوي organic matrix، فأن تحرر الكالسيوم من العظم سوف يؤدي إلى زيادة تركيز الفوسفات في بلازما الدم، وإن المكونات العضوية للعظم، بضمنها الهايدروكسي برولين hydroxyproline، كلاهما سوف تبرز في ما بعد في البول بواسطة الكلية.

المحافظة على مستوى مناسب من الكالسيوم في الدم عن طريق تحريك الكالسيوم من العظم يتطلب مشاركة الخلايا الهادمة للعظم osteoclasts والتي تقوم بتحليل العظم، خصوصاً عندما يتم تحفيزها بواسطة هرمون الـ PTH. ليس من المفاجئ، لذلك، بأن تركيز هرمون PTH في البلازما يكون بحده الأعلى عندما يكون معدل ترسيب القشرة بحده الأعلى. من المحتمل، إن الانخفاض في تركيز الكالسيوم العضوي في الدم عندما تتواصل عملية التكلس سوف يحفز انطلاق هرمون الـ PTH من الغدد جار الدرقية parathyroid glands. عندما ينخفض الطلب على الكالسيوم من قبل الغدة القشرية، فأن تركيز الكالسيوم Ca^{+2} في البلازما يرتفع، تركيز الـ PTH ينخفض، وفعالية الخلايا الهادمة للعظم osteoclasts تنخفض. الخلايا البانية للعظم osteoblasts، والتي تحفز ترسيب الكالسيوم في العظم، تكون فعالة طوال فترة تكلس القشرة shell calcification، ولكن في الفترات التي لا يكون خلالها ترسيب للقشرة، فأن فعاليتها تزداد وإن تأثيرها الصاف net effect على تدفق الكالسيوم سوف يكفل تراكم accrual الكالسيوم داخل مخازن العظم bone depots. الفعالية الإنزيمية للفوسفاتيز الحامضي acid phosphatase والفوسفاتيز القاعدي alkaline phosphatase، والتي تنتج من قبل الخلايا الهادمة للعظم osteoclasts والخلايا البانية للعظم osteoblasts على التوالي هي المسؤولة عن الدور الذي تقوم به هذه الخلايا خلال فترة ترسيب القشرة. نظراً لأن الدجاج hens لا يتناول الطعام خلال فترة الظلام، وبسبب أن معظم الفترة الفعالة لتكوين القشرة تحدث

خلال هذا الوقت تحت برنامج إضاءة قياسي 14L : 10D، فأن العظم سوف يرتشف reabsorbed خلال الليل لتجهيز الكالسيوم لتكوين القشرة. الطلب على الكالسيوم يسد كذلك عن طريق التغيرات في عبور passage الغـذاء خـلال القنـاة المعديـة المعويـة gastrointestinal tract لكي يتناسق تيسر الكالسيوم Ca^{+2} مع متطلبات التكلس. يرتفع استهلاك العلف خلال الساعتين التي تسبق بداية الظلام ويبدو إن العلف يخزن في الحوصلة crop عند بداية الظلام. ويعبر العـلف إلـى أسفل الجهاز المعدي المعوي gastrointestinal tract طوال الفترة المظلمة scotophase لكي يزيد إلى الحد الأعلى تحرير delivery الكالسيوم بغياب استهلاك العلف. فعالية القانصة gizzard، التي تجهز البيئة الحامضية acidic environment التي يذاب بها الكالسيوم، ربما تساهم بتحرير الكالسيوم إلى موقع الامتصاص في الصائم jejunum، نظراً لأن تركيزه في محتويات القانصة يكون بالحد الأعلى عندما تحدث عملية تكوين القشرة بأعلى معدل خلال الليل. في علائق الدواجن العملية practical poultry diets، فأن ارتشاف العظم يمكن إن يقلل إلى الحد الأدنى عن طريق التغذية بالكالسيوم على شكل جسيمات particles والتي يمكن أن تلاحظ وتلتقط من قبل الدجاجة، مثل صدفة المحار oyster shell أو حبيبات حجر الكلس limestone pellets. عندما تعطى هذه الفرصة لزيادة استهلاك الكالسيوم إلى الحد الأعلى على وجه التخصيص، فأن الدجاج سوف يستهلك الكميات الكبيرة من المعادن mineral خلال الساعتين التي تسبق بداية الظلام وأن مستودع الخزن المؤقت temporary storage depot للكالسيوم سوف يؤسس في الحوصلة. عبور الكالسيوم من الحوصلة إلى الجزء السفلي من القناة الهضمية عندها ينظم طوال فترة الظلام ليزيد إلى الحد الأعلى تجهيز الكالسيوم ليلبي متطلبات تكوين القشرة. وبالرغم إنه من الصعب التحديد وبدقة المساهمات النسبية للعظم والغذاء في عملية التكلس، فأن تراكيز الفوسفات في البلازما، والذي هو دليل لأيض العظم، تشير إلى أن الزيادة الليلية nocturnal لارتشاف العظم تنخفض إلى الحد الأدنى عندما يجهز الكالسيوم بشكـل دقائقـي particulate form الذي يمكن إن يتُعرف عليه ويستهلك على وجه التخصيص من قبل الدجاجة. امتصاص الكالسيوم بواسطة الجهاز الهضمي وتحرير الكالسيوم من العظم يزداد إلى الحـد الأعلـى تحـت تأثيـر المتأيـض الفعـال بايولوجياً لفيتاميـن D، 1,25–dihydroxycholecalciferol. المصادر الغذائية لفيتامين D_3 تتحول إلى 25–hydroxycholecalciferol بواسطة الكبد وتضاف له مجموعة هايدروكسيل hydroxylated مرة ثانية في الكلية لإنتاج 1,25– dihydroxycholecalciferol، والذي يحفز فعالية الخلايا الهادمة للعظم في العظم وامتصاص الكالسيوم من الأمعاء. إذا كـان هذيـن المصدريـن غير كـافيين، فأن التركيـز الواطئ للكالسيـوم في السائـل خارج الخلية

extracellular fluid للغدة جار الدرقية parathyroid gland سوف يحفز إفراز هرمون الـ PTH. التركيز المرتفع من الـ PTH سوف يزيد بشكل مباشر تركيز الكالسيوم في البلازما عن طريق تحفيز فعالية الخلايا الهادمة للعظم في العظم وبشكل غير مباشر عن طريق زيادة تحويل الـ 25–hydroxycholecalciferol إلى 1,25–dihydroxycholecalciferol. ترسيب الكالسيوم خلال تكوين البيضة يترافق مع الانخفاض في تركيز الكالسيوم في البلازما والزيادة المتزامنة في تركيز 1,25–dihydroxycholecalciferol لتحريك احتياطات العظم bone reserves من الكالسيوم.

ترسيب الكاربونات على القشرة

Deposition of carbonate on the shell:

أيون الكاربونات سالب الشحنة في بلورات كاربونات الكالسيوم والذي يشكل معظم قشرة البيضة يشتق من ثاني أوكسيد الكربون CO_2 الذي يتم الحصول عليه خلال التنفس. تكثيف الـ CO_2 مع الماء H_2O يتحفز بواسطة إنزيم carbonic anhydrase، والذي يستقر مؤقتاً في الخلايا الطلائية، وفي خلايا الغدد الأنبوبية وسائل الغدة القشرية. بصرف النظر عن المصدر والموقع الدقيق للإنزيم، فأن تكثيف الـ CO_2 مع الـ H_2O ينتج عنه H^+ و HCO_3^- تبعاً للمعادلة الآتية:

$$H_2O + CO_2 \underset{\text{anhydrase}}{\overset{\text{carbonic}}{\rightleftharpoons}} H^+ + HCO_3^-$$

أيونات الهايدروجين المنتجة من هذا التفاعل تنتشر داخل الجهاز الوعائي الجهازي systemic vascular system وتخفض pH الدم. والذي، تباعاً، تيخفض pH البول عندما تقوم الكلية بنقل أيون الهدروجين H^+ من الدم إلى البول. الأمونيا كذلك تقوم بالعمل كناقل vehicle لإبراز أيونات الهدروجين في البول، وبذلك، فأن تصفية الكلية renal clearance للـ NH_4 كذلك ترتفع خلال تكوين القشرة. استخدام الـ CO_2 من قبل الغدة القشرية والانخفاض اللاحق في مستويات الـ CO_2 في البلازما، تقلل كذلك من تركيز أيون البيكاربونات (HCO_3^-) في كل من الدم والبول عندما يتم ترسيب القشرة. مقدار انتقال الـ CO_2 والـ HCO_3^- عبر الغدة القشرية يمكن إن يمثل عن طريق المقارنة لتراكيزها في سائل غدة القشرة، مع تراكيزها في الدم، والتي تظهر بأن كل من الـ CO_2 والـ HCO_3^- ترتفع

بأربعة أضعاف تقريباً في سائل الغدة القشرية طوال عملية التكلس. من ناحية ثانية، pH سائل الغدة القشرية، يظهر تغير طفيف عندما يتم ترسيب القشرة، من المحتمل بسبب إن أيونات الهايدروجين التي تتحرر خلال تكوين أيونات البيكاربونات تنتقل من الطبقة المخاطية لغدة القشرة shell gland mucosa إلى الجهاز الوعائي vascular system. إضافةٍ إلى ذلك، فأن التركيز العالي للبيكاربونات في سائل الغدة القشرية يزود سعة درئية buffering capacity كبيرة لمعادلة أيونات الهايدروجين التي تنتج عندما يتم تكوين الكاربونات.

زيادة أو التركيز المرتفع للـ CO_2 و H^+ في البلازما هي محفزات فعالة لزيادة معدل التنفس respiration rate في معظم الحيوانات. بالرغم من أن الطلب على الـ CO_2 خلال تكوين القشرة يقلل من تركيزه في البلازما، فأن أيون الـ H^+ الذي يتحرر في الدم عندما تتكون أيونات البيكاربونات HCO_3^- يحفز مراكز التنفس respiratory center وإن التنفس يزداد من 7 إلى 12 نفس breath لكل دقيقة خلال عملية التكلس. الزيادة في معدل التنفس يقلل تركيز الـ CO_2 في البلازما، وبالتالي، فأن إنتاج أيونات الهايدروجين H^+ ينخفض كما يستدل عليه من معادلة التفكك dissociation equation المذكورة آنفاً. من الواضح، إن الحاجة للـ CO_2 لتعزيز تكوين القشرة يثار pitted تجاه الحاجة للمحافظة على التوازن الحامضي – القاعدي طوال عملية ترسيب القشرة، بالرغم من إن الميكانيكيات الدقيقة المتضمنة في إنجاز هذا التوازن غير مفهومة. عندما ترتفع درجة حرارة البيئة، من ناحية ثانية، فأن الدجاجة تبدأ باللهاث Panting وإن CO_2 أكثر من الطبيعي سوف يزفر exhaled. التركيز المنخفض من الـ CO_2 في الدم يقلل من تيسر الكاربونات CO_3^{-2} وإن نوعية قشرة البيض سوف تنخفض. على العكس من ذلك، فأن نوعية قشرة البيضة يمكن إن تحسن عن طريق تجهيز تركيز عالي من الـ CO_2 في الهواء المستنشق inhaled air، بالرغم من إن هذه ليست بالطريقة العملية لتحسين نوعية قشرة البيضة في مساكن الدواجن التجارية.

ديناميكية ترسيب القشرة

The dynamics of shell deposition:

ترسيب كاربونات الكالسيوم على القشرة يرافقه تغييرات كبيرة في تدفق أيونات البوتاسيوم K^+، المغنيسيوم Mg^{+2} والكلوكوز داخل سائل الغدة القشرية وأيونات الصوديوم Na^+ والكلور Cl^- خارج سائل الغدة القشرية. من المفترض، إن التغيرات الأيونية تترافق مع النقل الفعال active transport لثاني أوكسيد الكربون CO_2 والبيكاربونات HCO_3^- والكالسيوم Ca^{+2} داخل سائل الغدة القشرية باستخدام أنظمة الـ ATPase (ATPase systems) التي تحتاج إلى Na^+، K^+، Cl^- و Mg^{+2}. الزيادة في تركيز الكلوكوز في سائل الغدة القشرية من المحتمل أنه

نتيجة للحاجة الهائلة لنقل الـ Ca^{+2} والـ HCO_3^- ضد تدرج التركيز concentration gradient الذي يفصل مصدرها في الدم عن غايتها destination في سائل الغدة القشرية. نظراً لأن تراكيز الـ Na^+، K^+، Cl^- و Mg^{+2} والكلوكوز في بلازما الدم تبقى غير متغيرة طوال عملية التكلس، فلقد أفترض عموماً بأنها يعاد تدويرها recirculated ضمن الطبقة المخاطية للغدة القشرية عن طريق أنظمة النقل الفعال ولا تبرز عن طريق الكلية خلال تكوين القشرة. بصرف النظر عن دورها الدقيق، فمن الواضح بأن التوازن المعقد يؤسس في سائل الغدة القشرية بين عدة أيونات موجبة وسالبة وإن علاقتها تتغير تبعاً لمرحلة التكلس. حجم سائل الغدة القشرية يتغير كذلك خلال تكوين القشرة، فيزداد خلال الساعات الستة الأولى بعد دخول البيضة داخل غدة القشرة، ليتم المحافظة عليه بمستوى عالي لحوالي 6 ساعات وينخفض خلال الـ 6 ساعات الأخيرة من عملية التكلس. تأثير هذا التغيير في حجم سائل الرحم uterine fluid على عملية التكلس، من ناحية ثانية، لم يحلل لحد الآن. ترسيب القشرة على شكل بلورات كاربونات الكالسيوم $CaCO_3$ يتطلب تحويل أيون البيكاربونات HCO_3^- إلى أيون الكاربونات CO_3^{-2}، هذا التفاعل يتم تحفيزه بواسطة إنزيم carbonic anhydrase في سائل غدة القشرة تبعاً للمعادلة التالية:

$$HCO_3^- \underset{\text{anhydrase}}{\overset{\text{carbonic}}{\rightleftharpoons}} H^+ + CO_3^{-2}$$

وتكتمل عن طريق غير إنزيمي بواسطة التفاعل الآتي:

$$Ca^{+2} + CO_3^{-2} \rightleftharpoons CaCO_3$$

التداخلات المعقدة بين إفرازات الغدد الأنبوبية والخلايا الطلائية للغدة القشرية تم دراستها بالتفصيل من قبل عدد من الباحثين. بينما تجهز النماذج إطار مفيد لتأمل الميكانيكيات المحتملة المتضمنة في عملية التكلس، فأنها تكون محددة بالنقص في فهم أدوار الغدد الأنبوبية والخلايا الطلائية كل على إنفراد. من المهم على حد سواء تطوير الفهم للأنظمة الفسلجية physiological systems التي تُبديء وتنهي عملية التكلس على المستوى الخلوي والجزيئي. فحص ترسيب القشرة يظهر بأن عملية التكلس تنتهي بفترة حوالي ساعتين قبل وضع البيضة، ولكن السيطرات الفسلجية التي تبلغ الإشارة لوقف تكوين القشرة بقيت تأملية speculative. نظراً لأن تركيز الفسفور يرتفع في سائل الغدة القشرية خلال الساعتين الأخيرة من عملية التكلس، فأن كل من البروتينات الحاوية على الفسفور phosphorus–containing proteins

والفسفور قد تُضمن في هذه العملية. بصورة مماثلة، فأن الزيادة بالمغنيسيوم في سائل الغدة القشرية في نهاية عملية التكلس والملاحظة بأن الطبقات الخارجية من قشرة البيضة تحتوي على كميات عالية من الـ Mg^{+2} قد أُخذت كدليل لتضمن هذا الأيون في إنهاء عملية ترسيب القشرة.

خزن النطف داخل الجسم الحي

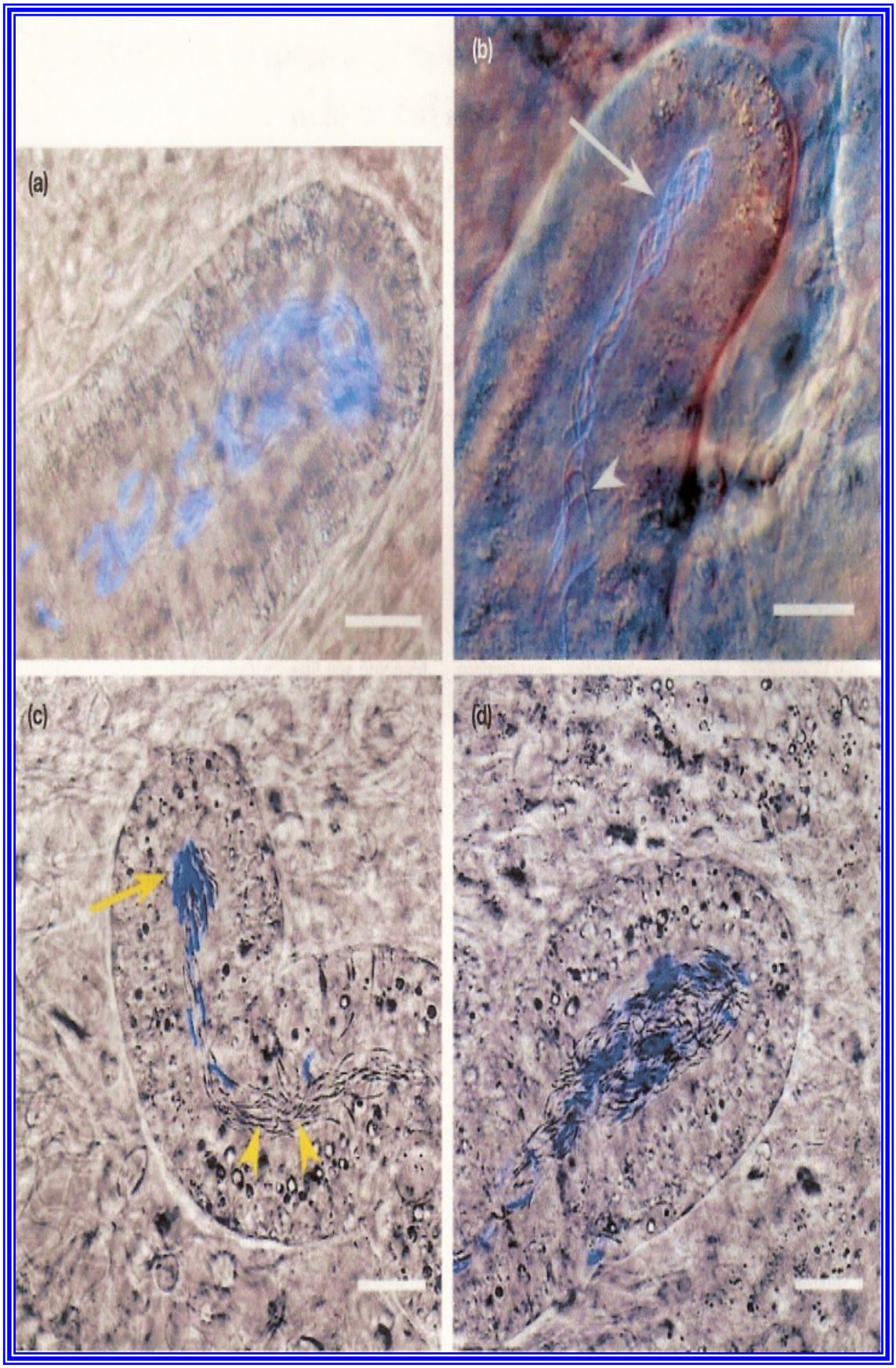
Sperm storage *in vivo*:

إدخال السائل المنوي الحاوي على 100 – 200 مليون نطفة حية viable داخل القناة التناسلية لإناث الدجاج والرومي عن طريق التزاوج الطبيعي أو التلقيح الاصطناعي يتبعه إنتاج البيض المخصب لحد 14 و 28 يوماً على التوالي. تخزن النطف في غدد أنبوبية تقع في شريط ضيق عرضه 2 – 5 ملم تقريباً مباشرةً إلى الخلف من الغدة القشرية وأمام المهبل. الطبقة المخاطية في هذه المنطقة تترتب بثلاث طيات دائرية circular folds تصطف على السطح الظهاري epithelial مع كل من الخلايا المهدبة، غير الإفرازية والخلايا غير المهدبة، والتي تقوم بإفراز سكـــر متعـــدد مخاطـــي حامضـــي غيـــر محـــدد unidentified acid mucopolysaccharide. الغدد الأنبوبية في الطيات الدائرية تستلم وتأوي harbour النطف طوال الفترة الخصبة fertile period، ولذلك، سميت بأنابيب خزن النطف sperm storage tubules (الشكلين 12 و 13). تنظيم نبيبات خزن النطف مشابه للغدد الأنبوبية في المناطق الأخرى للقناة التناسلية. هنالك حوالي 25000 نبيب لخزن النطف في الدجاجة، كل منها ربما يحتوي بين عدد قليل إلى عدة مئات من النطف تتجه بصورة متوازية لبعضها البعض تكون رؤوسها باتجاه النهاية المسدودة blind end للغدة. كمعدل حوالي 400 نطفة تخزن في كل نبيب وحوالي 75% من النبيبات سوف تحتوي على نطف في الدجاجة التي تم تلقيحها حديثاً. في الدجاجة التي تم تلقيحها بـ 150 مليون نطفة، إذاً، حوالي 10 مليون نطفة، أو 7% من الخلايا التي تم إدخالها في القناة، سوف تستقر في نبيبات خزن النطف. الدهون lipids، الكلايكوجين glycogen وإنزيمات الفوسافتيز الحامضي acid phosphatases قد تم تحديدها كمنتجات products للخلايا الإفرازية في نبيبات خزن النطف، بالرغم من إن أهمية هذه الإفرازات فيما يتعلق بالمحافظة على القابلية الإخصابية داخل الجسم الحي *in vivo* غير معروفة. عدد كبير من الزغابات الدقيقة microvilli تبرز من الحافات القمية apical borders لخلايا الغدد الأنبوبية tubular glands ولكن الأهمية الفسلجية لهذه الملاحظة لم تثبت لحد الآن.

نظراً لأن موقع الإخصاب يبعد حوالي 60 سم عن موقع خزن النطف، فلقد أفترض عموماً بأن انطلاق النطفة sperm release يتم تنسيقه للزيادة إلى الحد الأعلى من عدد النطف

التي تتواجد في القمع عندما يتم إلتقاط البويضة بواسطة الهدب fimbria. الافتراض بأن مواقع خزن النطف الثانوية secondary sperm storage sites تقع في القمع قد دعم من خلال الملاحظات بأن النطف تخزن في شقوق clefts وغدد أنبوبية سطحية shallow في هذه المنطقة لفترات طويلة جداً بعد إدخال السائل المنوي داخل الغدة القشرية أو المعظم باستخدام القسطرات catheters أو تقنيات جراحية، على التوالي. هذا الافتراض قد تعزز من خلال الملاحظة بأن النطف المتضررة، والتي تفقد قابليتها الإخصابية عندما يتم إدخالها من خلال المهبل، تخزن في القمع ويمكن إن تقوم بإخصاب البويضة عندما يتم إدخالها مباشرةً داخل الغدة القشرية أو المعظم. تحت الظروف الاعتيادية، فأن النطف نادراً ما تتلاقى في القمع، موحيةً بأن الزيادة في عمر life والقابلية الإخصابية fertilizing capacity للنطف التي يتم إدخالها بأعداد كبيرة للمنطقة ربما تكون استجابة عقاقيرية pharmacological response أكثر منها استجابة فسلجية physiological response، ومع ذلك سوف يتضح بأن القمع يجهز بيئة ملائمة hospitable environment للنطف.

بينما من الواضح بأن نبيبات خزن النطف الواقعة عند اتصال الغدة القشرية مع المهبل يجب إن تحرر النطف للمحافظة على الخصوبة، فأن ميكانيكية انطلاق النطف أقل وضوحاً. سوف يتضح بأن النطف تنطلق باستمرار من الغدد وترتقي ascend قناة البيض ببحث عشوائي random guest أكثر منه بحث موجه directed عن البويضة المباضة حديثاً. نظراً لأن البويضة تخترق اعتيادياً من قبل عدة نطف، فمن المعقول الافتراض بأن عدد كبير من النطف تنطلق يومياً للمحافظة على خصوبة مثالية. غدد خزن النطف أما أن تكون ممتلئة بالنطف أو فارغة، موحيةً بأن الامتلاء والتفريـــغ هي عمليـــات كـــل شيء أو لا شيء all – or – none processes. الميكانيكيات التي تجذب النطف داخل الغدد غير محددة، بالرغم من إنه مقبول عموماً بأنها يجب أن تكون حية ومتحركة لدخول الغدة. انطلاق النطف ربما يسهل faciliated بواسطة الانتفاخ الميكانيكي mechanical distension عندما تعبر البيضة خلال العضلة العاصرة sphincter بين الغدة القشرية والمهبل خلال وضع البيضة oviposition، ولكن النطف قد وجدت في كل مكان من قناة البيض في جميع أوقات اليوم، والذي يشير إلى أن انطلاق النطف ربما يكون مستمر. الفحص النسيجي لغدد خزن النطف sperm host glands طوال الفترة الخصبة fertile period للدجاج يوحي بأن عدد الغدد الخازنة للنطف الفارغة يزداد بعد التلقيح، بالرغم من أن النطف يمكن أن تلاحظ في غدد خزن قليلة بعد أن تكون آخر بيضة مخصبة قد وضعت. نظراً لأن الغدد الفارغة يبدو بأنها تتوزع عشوائياً، فأنه سوف يتضح بأن إفراغ discharge النطف يتم تنظيمه بصورة مستقلة autonomously من قبل كل غدة.



شكل 12. مقاطع عرضية في نبيبات خزن النطف في الدجاج (a و b) وإناث الرومي (c و d). الأسهم تشير الى النطف المصبغة ورؤوس الأسهم تشير الى نطف غير مصبغة.

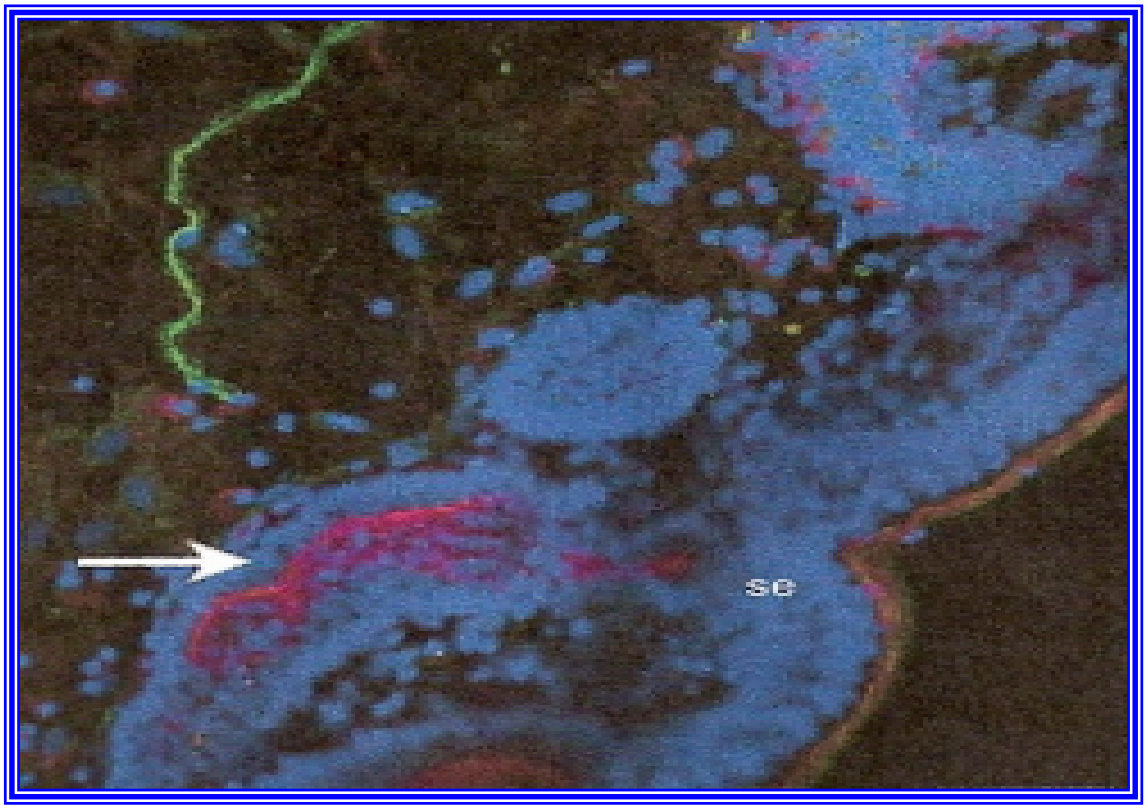
العضلة العاصرة sphincter في الاتصال بين الغدة القشرية والمهبل أفترض بأنها تعمل كحاجز barrier لانتقال النطف غير المتحركة نظراً لأن جزيئـــات من الحبر الهندي Indian ink لم تعبر خلال العضلـــة العاصـــرة بعد التلقيح داخـــل المهبل Intravaginal insemination. عندما العضلة العاصرة يتم تجنبها بسلوك طريق جانبـــي by passed عن طريق إدخال الحبر الهندي داخل الغدة القشرية أو المعظم مباشرةً، من ناحية ثانية، فأن الجزيئات particles سوف ترتقي ascend داخل القناة التناسلية خلال دقائق.

المهبل The vagina:

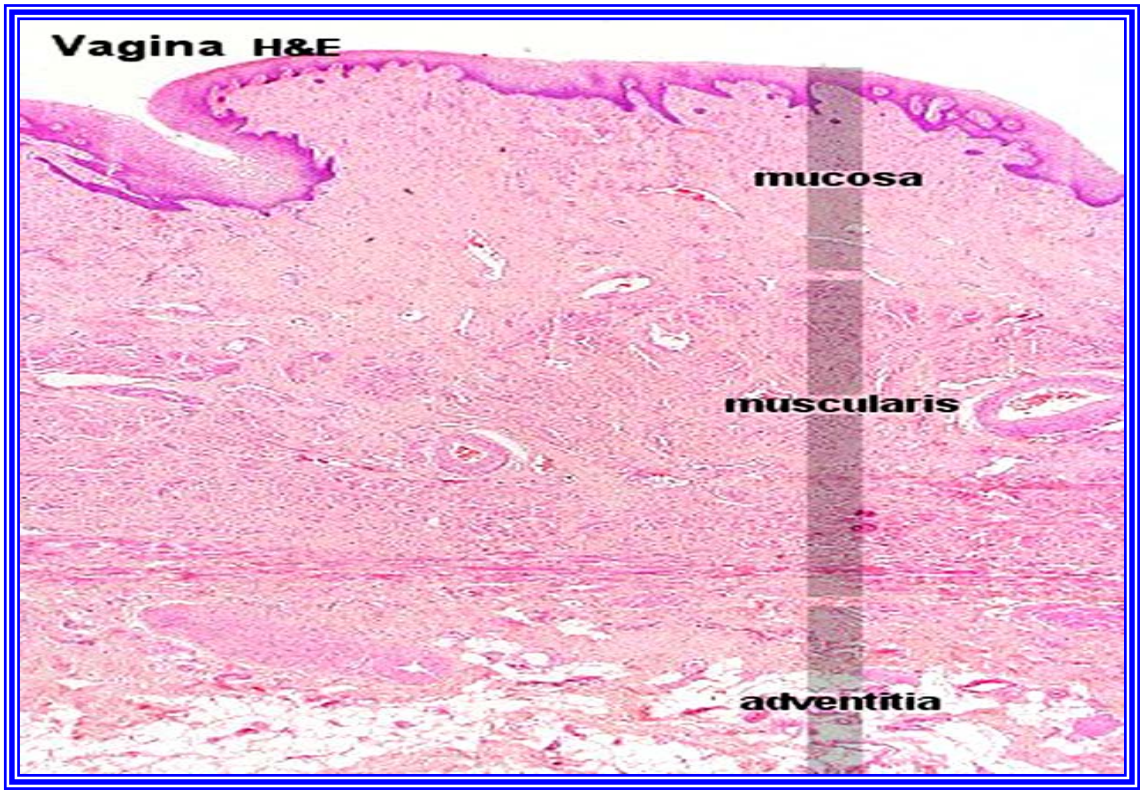
المهبل عبارة عن أنبوب قصير بشكل حرف S (S - shaped) والذي تعبر من خلاله البيضة أثناء حركتها من الغدة القشرية إلى المجمع cloaca خلال عملية وضع البيض oviposition (شكل 8). طبقة العضلات الدائرية circular muscle layer للمهبل متطورة جيداً بوضوح، بالرغم من كلتا الطبقتين العضلية تساهم بالتقلصات العضلية التي تقذف expel البيضة. الظهارة تكون مستمرة مع تلك الظهارة في المنطقة الحاوية على النبيبات الخازنة للنطف sperm storage tubule containing region، والتي تكون مبطنة بخلايا مهدبة غير إفرازية وخلايا غير مهدبة والتي تقوم بإفراز متعدد سكريـــات مخاطـــي حامضـــي acidic mucopolysaccharide (شكل 14).

عملية وضع البيض oviposition:

إخراج expulsion البيضة المتكلسة بشكل كامل fully calcified من القناة التناسلية يتطلب تنسيق الفعالية العضلية للغدة القشرية مع الذخيرة السلوكية behavioral repertoire والتي من خلالها الدجاجة تبحث وتختار العش. باستثناء آخر عملية وضع بيض last oviposition في السلسلة sequence، فأن إخراج البيضة يبتدأ بأحداث صمية قبل عملية الإباضة preovulatory endocrine events التي تترافق مع الإباضة ovulation. هذه العلاقة المتبادلة بين الإباضة ووضع البيض قد تم توضيحها بشكل جيد عن طريق التجارب التقليدية classical experiments، والتي لوحظ فيها بـأن إحداث التبويـض قبل النضـج premature ovulation كـذلك يحدث وضع بيض قبل النضج premature oviposition، بالرغم من أن وضع البيض قبل النضج ليس له تأثير على وقت التبويض.



شكل 13. مقطع عرضي في نبيبات خزن النطف، يلاحظ فيه عصب مصبغ بالصبغة الأستشعاعية (اللون الأخضر) بالقرب من بعض نبيبات خزن النطف. المناطق الزرقاء (se) عبارة عن الظهارة السطحية المبطنة لتجويف الأتصال الرحمي المهبلي. السهم يشير الى منطقة مصبغة في إحدى نبيبات خزن النطف والتي تشير الى وجود الأكتين (البروتين الموجود في العضلات الملساء).



شكل 14. مقطع عرضي في المهبل.

تقلص عضلات الغدة القشرية

Contraction of the muscles of the shell gland:

عندما تنزل descend البويضة خلال القمع، المعظم والبرزخ، فأن تقلصات الجهاز العضلي musculature الذي يحيط بالغدة القشرية تكون ضعيفة weak وغير منتظمة infrequent. عندما تدخل البيضة الغدة القشرية، من ناحية ثانية، فأن تكرار وشدة التقلصات تزداد وتبقى عند هذا المستوى طوال بقاء البيضة في هذا الموقع. خلال الدقائق القليلة الأخيرة قبل وضع البيض، فأن شدة وتكرار التقلصات العضلية تزداد بشكل إضافي وتترافق مع الارتفاع في تركيز البلازما من البروستاكلاندين E_2، البروستاكلاندين $F_2\alpha$ والـ arginine vasotocin. مباشرةً بعد وضع البيض، فأن شدة التقلصات العضلية تقل وتركيز البلازما من هذه الهرمونات ينخفض. نظراً لأن كل من البروستاكلاندين $F_2\alpha$ والـ arginine vasotocin قد عرفت بأنها محفزات فعالة لتقلص العضلات الملساء، وإن البروستاكلاندين E_2 قد عرف بأنه يسبب ارتخاء relaxation العضلة العاصرة المهبلية vaginal sphincter، فلقد أُفترض بأن انطلاقها المتزامن عندما تحدث عملية وضع البيض يشير إلى أنها تُبديء وتسهل إخراج البيضة من الغدة القشرية.

تقلص الجهاز العضلي musculature المحيط بالغدة القشرية يبدأ بإنتاج البروستاكلاندين $F_2\alpha$ من الخلايا الحبيبية granulosa cells لأكبر حويصلتين قبل الإباضة preovulatory وأكبر حويصلتين بعد الإباضة postovulatory في المبيض. تنتج البروستكلاندينات من قبل الخلايا الحبيبية بالترافق مع موجات الـ LH (surges of LH) قبل الإباضة preovulatory وتصدر exported في المصرف الوريدي venous drainage من الحويصلات، والتي ترفع تركيز هذه الهرمونات في البلازما المحيطية peripheral plasma. الزيادة في تراكيز البلازما من البروستاكلاندينات يتبعه ضمن 5 – 10 دقائق زيادة في تركيز الـ arginine vasotocin، والذي يعتقد بأنه ينتج من قبل الفص الخلفي للغدة النخامية. عند عملية التبويض الأولى في السلسلة، فأن انطلاق البروستاكلاندينات قبل الإباضة من أكبر حويصلة قبل الإباضة يترافق مع تقلص واضح للغدة القشرية بالرغم من إن عملية وضع البيض لم تحدث. عند التبويض الثاني وجميع التبويضات اللاحقة في منتصف السلسلة، فأن إنتاج البروستاكلاندين $F_2\alpha$ من أكبر حويصلات قبل الإباضة وأكبر حويصلات بعد الإباضة يبديء تقلص الغدة القشرية لقذف expel البيضة السابقة previous egg في السلسلة، وإن إنتاج البروستاكلاندين E_2 يحفز ارتخاء العضلة العاصرة المهبلية لتسهيل expedite عبور البيضة. عندما تبدأ تقلصات الغدة القشرية وتتحرك البيضة بإتجاه المهبل، فأن تركيز الـ arginine vasotocin في البلازما المحيطية يرتفع لتحفيز إضافي لتقلص الجهاز العضلي المحيط بالغدة القشرية. الزيادة في إنتاج

و / او إفراز الـ arginine vasotocin ربما يبدأ بواسطة منعكس عصبي neural reflex مشابه لذلك الذي يحدث خلال الولادة parturition في الثدييات، بالرغم من إن الإرتباطات العصبية neural connections بين الفص الخلفي للغدة النخاميـة والأجزاء الخلفية posterior sections من قناة البيض لم تحدد. التبويض الأول في السلسلة يحدث بالتزامن مع الزيادة الكبيرة في تركيز البروستاكلاندين $F_2\alpha$ في كل من أنسجة F1 (F1 tissues)، والمصرف الوريدي venous drainage للحويصلة F1 (F1 follicle). جميع عمليات وضع البيض في وسط السلسلة mid – sequence تكون مترافقة مع نفس الصورة الصمية endocrine profile، ولكن تركيز النسيج من البروستاكلاندين $F_2\alpha$ في أكبر حويصلة بعد التبويض يرتفع كذلك. آخر عملية وضع بيض في السلسلة، من ناحية ثانية، تحدث بدون عملية التبويض وبغياب الزيادة في تركيز البروستاكلاندين $F_2\alpha$ في المصرف الوريدي للحويصلة. في الواقع، عملية وضع البيض الأخيرة تترافق مع زيادة هامشية marginal increase في التركيز الوريدي venous concentration من البروستاكلاندين $F_2\alpha$ في ثاني أكبر حويصلة قبل الإباضة وفي تركيز النسيج tissue concentration في أكبر حويصلة بعد الإباضة.

الإنتاج المشترك للبروستاكلاندينات من جميع هذه الحويصلات يبدو بأنه يكون مطلوب لآخر عملية وضع بيض، نظراً لأن ربط أي من الحويصلتين الكبيرتين قبل الإباضة أو أكبر حويصلة بعد الإباضة سوف يمنع وضع البيض. بالرغم من أنه من الواضح بأن إنتاج البروستاكلاندينات من الحويصلات قبل الإباضة عند عمليات وضع البيض في بداية ومنتصف السلسلة يبدأ عن طريق موجة الـ LH قبل الإباضة، فأن الإشارة signal التي تبدأ بتحرير البروستاكلاندينات من الحويصلات بعد الإباضة عند آخر عملية وضع بيض في السلسلة لم تحدد. في كل عملية وضع بيض في السلسلة، من ناحية ثانية، فأن الزيادة في تركيز البروستاكلاندين في البلازما المحيطية peripheral plasma تؤدي في النهاية إلى زيادة تركيز الـ arginine vasotocin في البلازما وإلى إخراج expulsion البيضة.

سلوك التعشيش Nesting behaviour:

عملية وضع البيض تكون مترافقة مع ذخيرة سلوكية behavioural repertoire والتي تتضمن فترة البحث عن عش قبل وضع البيض، إنتخاب موقع العش، وضع البيض والخروج من العش. صيحة قبل وضع البيضة الخاصة specific pre – laying call تترافق مع البحث عن العش، وفي حالات عديدة فأن الدجاجة سوف تُقوقي cackle مباشرةً بعد وضع البيضة لعدة دقائق. أمد duration والتعبير expression لكل مظهر من مظاهر السلوك العشي nesting behaviour يكون مختلف عندما يربى الدجاج في أقفاص cages وفي حظائر أرضيـ ـة

floor pens. في كلتا البيئتين هناك تباين كبير بين الدجاج وفي بعض الحالات فأن أجزاء من السلوك ربما تحذف. في الحظائر الأرضية المجهزة بصناديق أعشاش nest boxes فأن حوالي ساعة واحدة سوف تقضى في البحث عن مواقع الأعشاش nest sites. خلال هذا الوقت، لغاية 40 موقع عش ربما يتم البحث عنها، بالرغم من إنه هناك ميل قوي للدجاجة لإنتخاب نفس العش تكراراً. العوامل التي تؤثر على إنتخاب العش لم تحدد بشكل كامل ولكن من الواضح بأن الأعشاش المنعزلة secluded nests الحاوية على البيض تكون مفضلة.

بينما تقوم بفحص الأعشاش ، فأنها تتبنى مشية مبالغ فيها exaggerated gait والتي فيها الأرجل legs ترفع إلى الورك hip وتتقدم ببطئ إلى الأمام. عندما يتم إنتخاب العش، فأن الدجاجة سوف تدخل فيه وتبقى في صندوق العش nest box لمدة ساعة – ساعتين. وربما تجلس بهدوء خلال هذه الفترة أو ربما تبني عش بدائي rudimentary nest عن طريق رمي throwing قطع pieces من مواد العش nesting material على ظهرها back وتسمح لها بالسقوط حولها. عندما يتم إخراج البيضة بواسطة التقلصات العضلية الشديدة لغدة القشرة والمهبل، فأن الوقفة العمودية vertical stance، شبيهة البطريق "penguin – like" stance قد أفترضت عادةً. هذه الوقفة المميزة characteristic posture تتخذ بينما تكون الدجاجة واقفة standing أو جاثمة squatting، لذلك، فأن البيضة سوف تسقط داخل العش من ارتفاع بضعة سنتمترات. في أقفاص البطاريات battery cages، فأن السلوك العشي قد تم تعديله بغياب البيئة التي يمكن إن يحدث فيها البحث عن العش وإن عملية وضع البيض تسبق بخطوة مقولبة (مكررة دون تغيير) stereotyped لحوالي ساعة. بعض الدجاج يجلس على أرضية القفص لفترة وجيزة قبـ ـل وضـ ـ ـع البيض وربما يظهر سلوك بناء – عش مقولـ ـ ـب stereotyped nest – building behaviour بغياب مواد العش nesting material. عملية وضع البيض تحدث عادةً عندما تكون الدجاجة واقفة أو جاثمة وإن البيضة تسقط من ارتفاع بضعة سنتمترات على أرضية القفص.

لقد أقترح بأن التعبيرات vocalizations والسلوك المترافقة مع وضع البيض تستلم تلميحاتها المؤقتة temporal cues من إنتاج الهرمونات الستيرويدية المترافقة مع الإباضة ovulation والتي تطلق الصفار yolk ليقذف expelled كبيضة egg. الوصف المحدد للسيطرة الفسلجية للسلوك العشي يتطلب معلومات إضافية. من ناحية ثانية، نظراً لأنه من المحتمل على حد سواء بأن توقيت الذخيرة السلوكية behavioural repertoire المرافقة لعملية وضع البيض تترافق مع التغيرات في تراكيز البروستاكلاندينات والـ arginine vasotocin في البلازما. البحث عن العش الملائم عبارة عن سلوك ملزم compulsive behaviour الذي يبطل supersedes الحث motivation على الأكل والشرب، ويترافق مع الانخفاض في حركة

motility القانصة gizzard خلال فترة ساعتين تقريباً قبل وضع البيضة. الإشارات الفسلجية physiological signals التي تسيطر على هذا التغيير في السلوك يبدو بأنها تترافق مع كل من التبويض ovulation ووضع البيض oviposition، نظراً لأن الأكل والشرب يعلق suspended عندما الإنفجار الحويصلي follicular rupture يفصل dissociated تجريبياً عن وضع البيض oviposition، وعند آخر عملية وضع بيض في السلسلة عندما تحدث عملية وضع البيض بدون تبويض. بالنظر للترافق مع كل من الإباضة ووضع البيض، من المحتمل، إن يظن surmised بأن استهلاك العلف والماء ينظم بشكل مباشر أو غير مباشر عن طريق موجات قبل الإباضة preovulatory surges في تراكيز الإستروجينات oestrogens، الإندروجينات androgens والبروجسترون progesterone التي تسبق الإباضة، وعن طريق الزيادة في تراكيز البلازما من البروستاكلاندينات والـ arginine vasotocin التي تسبق عملية وضع البيض.

في حوالي 40% من الدجاج، فأن البيضة تدور 180° بحوالي ساعة واحدة تماماً قبل وضع البيض، وتضع النهاية الكليلة blunt end أولاً. أسباب وفائدة إعادة هذا التوجيه reorientation للبيضة هذا غير معروف، وليس هناك أي ترافق قد وثق في الدجاج الذي يضع البيض بالنهاية الكليلة blunt end أولاً أو النهاية الحادة pointed end أولاً مع أي من المظاهر الآخرى لعملية وضع البيض.

الفصل السابع

التجاوب الضوئي

التجاوب الضوئي Photoperiodism:

إن معظم الطيور هي أمهات موسمية seasonal breeders، في خطوط العرض المعتدلة والشمالية temperate and northern latitudes، إذ تكون تحت تأثير النهار الطويل lengthening day. تأثير الضوء على التناسل كان أول من وضحه Roman عام 1921، والذي حجز عصافير Juncos المهاجرة وزودها بإضاءة تشبه النهار الطويل في الربيع وتحت هذه الظروف، فإن زوج من عصافير Juncos تزاوجت ووضعت بيض تحت درجة الصفر المئوي أثناء شتاء Edmonton. إستجابة هذه الطيور للفترة الضوئية أصبحت نقطة بداية حقيقية لسلسلة من الدراسات الفسلجية والتي كانت تهدف إلى فهم كيفية تحسس الطيور للإشارات الضوئية، وطريقة بدأ الإشارات والتي تبلغ ذروتها في إنتاج البيض والنطف.

الإدراك الحسي للضوء Perception of light:

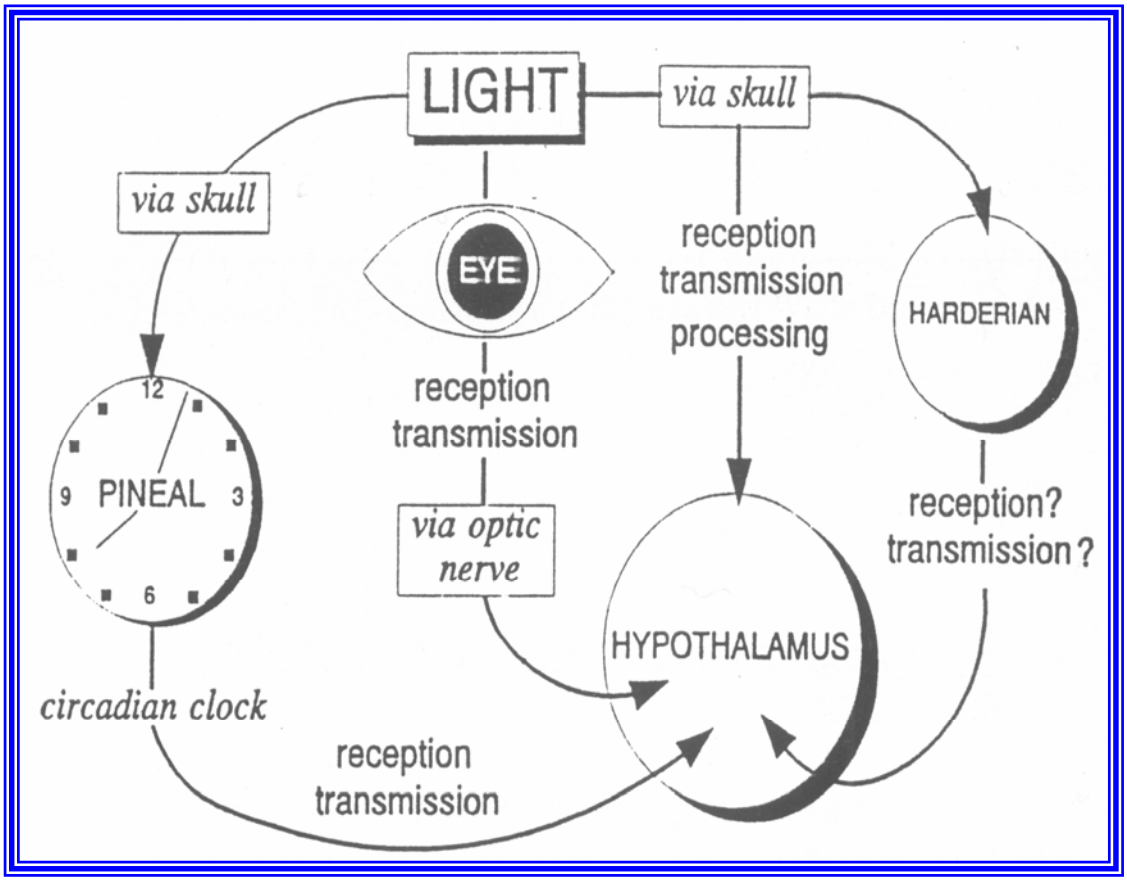
يتم التحسس بالضوء من خلال مستقبلات الضوء والتي تحول الطاقة المتضمنة في الفوتونات إلى إشارات حيوية. في العين، الطاقة من الفوتونات تتحول بواسطة صبغات حساسة للضوء في قضبان rods ومخاريط cones، وتنتقل خلال الأعصاب neurons إلى الدماغ حيث تتوحد فيه الإشارات إلى صورة image. لإغراض التناسل، الإدراك الحسي للضوء لا يعتمد على المستقبلات الموجودة في العين. من خلال سلسلة واسعة من البحوث استغرقت أكثر من 50 عاماً، تبين بأن مستقبلات الضوء في تحت المهاد hypothalamus هي محولات حيوية والتي تحول طاقة الفوتون إلى نبضات عصبية. هذه النبضات العصبية تضخم بواسطة الجهاز الصمي endocrine system للسيطرة على وظائف المبيض والخصيتين وبناء على ذلك الوظائف التناسلية العديدة، السلوك والصفات الجنسية الثانوية (الشكلين 1 و 2).

بالرغم من إن المستقبلات الضوئية لتحت المهاد لم تحدد نسيجياً في الطيور، إلا أن وجودها يستدل عليه ضمناً من خلال عدة طرق غير مباشرة. فقدان تأثير المستقبلات الضوئية في الشبكية retinal photoreceptors في تمييز دورة الضوء – الظلام light – dark cycle يكون واضح من خلال الإستجابة المتماثلة للطيور ذات الرؤيا الطبيعية sighted أو العمياء وراثياً أو جراحياً. عجـ ـز البـ ـط والعصافير التي تكون رؤوسها مغطاة بقلنسوة سوداء black hoods في الإستجابة لأنظمة الإضاءة ذات الضوء التحفيزي photostimulatory lighting regimes يدل ضمناً على أن المستقبلات الضوئية تقع في الرأس.

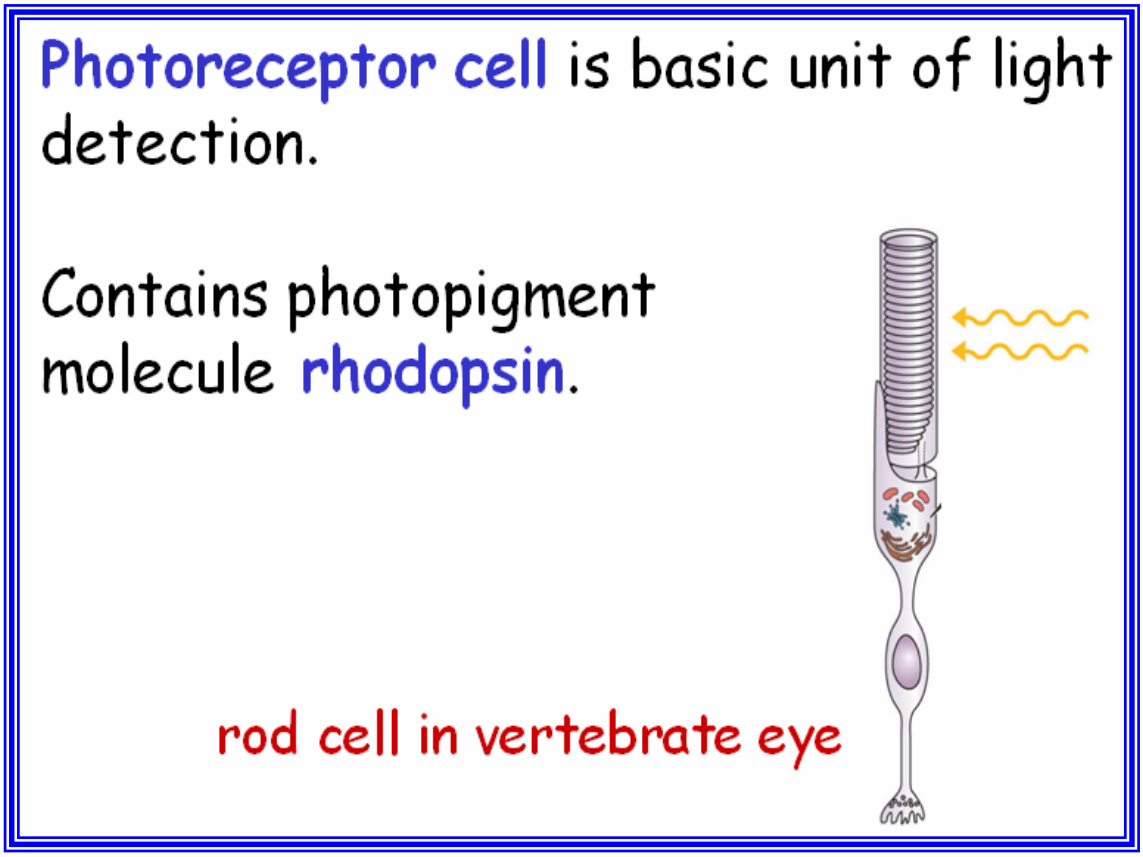
الموقع ضمن الجمجمة intracranial location للمستقبلات الضوئية يستدل عليه أيضاً من خلال تغيير مقدار الضوء الذي ينفذ إلى داخل الجمجمة عن طريق نتف plucking الريش من الرأس لتسهيل عبور الضوء أو عن طريق حقن الحبر الهندي تحت الجلد الذي يغطي الجمجمة

لتقليل عبور الضوء إلى الدماغ. عندما يتم تسهيل نفاذ الضوء إلى الجمجمة، فإن العصافير sparrows تكون قادرة على الإستجابة لأنظمة الإضاءة المعتمة ذات الضوء التحفيزي dim photostimulatory lighting regimes، على العكس من ذلك، فإن البرنامج الضوئي photoschedule لا يمكن تمييزه عندما يتم إعتراض سبيل نفاذ الضوء. تسليط الضوء مباشرةً على تحت المهاد hypothalamus باستخدام ألياف بصرية optical fibres يؤدي إلى تحفيز نمو الخصية في البط والعصافير، والذي يشير إلى أن المستقبلات الضوئية تقع في المنطقة المجاورة vicinity. إستنتاج مماثل تم التوصل إليه بعد وضع صمامات ثنائية باعثة للضوء light – emitting diodes أو طلاء مضيء إشعاعياً radioluminous paint بالقرب من تحت المهاد. تحت هذه الظروف التجريبية، تستجيب الطيور وكأنها عرضت لأنظمة إضاءة ذات ضوء تحفيزي، والذي يؤكد بأن الضوء يمارس تأثيره من خلال المستقبلات الضوئية التي تقع في هذه المنطقة من الدماغ. إذا كانت المستقبلات الضوئية في تحت المهاد هي محولات للفوتونات إلى نبضات عصبية، فإن المرء سوف يتوقع لإيجاد الدليل الذي يربط بين إزالة الإستقطاب المتكرر frequent depolarization مع الجزء المضاء من اليوم، وإن البحوث الحدثية أثبتت بأن فعالية الوحدة المركبة multiple unit في تحت المهاد متناغمة مع هذا التنبؤ prediction. أخيراً، إزالة مستقبلات الضوء في تحت المهاد سوف يزيل obliterate الإستجابة للفترات الضوئية photoperiods وهذه الإستجابة قد تمت ملاحظتها عندما تم تعريض تحت المهاد الدرنية tuberal hypothalamus للضرر.

المستقبل الضوئي في تحت المهاد يجب إن يمتلك القابلية على تحويل الطاقة في الفوتون إلى إشارة كيميائية والتي يمكن إن تترجم إلى إزالة الإستقطاب depolarization. صبغة الرودوبسين Rhodopsin، والتي توجد طبيعياً في الشبكية retina، تحول طاقة الضوء إلى طاقة عصبية neural energy عن طريق البدء بسلسلة منظمة cascade من الإستجابات داخل الخلية intracellular responses التي تبلغ أوجها في النبضات العصبية إلى الدماغ. هذا التحول من الطاقة الضوئية إلى الطاقة العصبية يبدأ عندما نظام 11 – cis – retinol، أحد مركبي صبغة الرودوبسين rhodopsin، يتغير عندما يقوم بإمتصاص الطاقة الموجودة في الفوتون (الشكلين 3 و 4). المركب الثاني لصبغة الرودوبسين هو الأوبسين opsin، والذي هـ ـو البروتين الكبير large protein الذي يجتاز غشاء الخلية. عندما ينشط الأوبسين opsin مباشرةً بعد إمتصاص الفوتون بواسطة cis – retinol، فإنه يبدأ سلسلة منظمة مثيرة excitatory cascade التي تقوم بتحرير release الصوديوم داخل الخلية intracellular sodium وبالتالي إزالة إستقطاب الخلية (شكل 5). باستخدام تقنيات الكيمياء النسيجية المناعية immunohistochemical techniques،



شكل 1. طرق إنتقال الضوء داخل جسم الطير.



شكل 2. خلية القضيب في عين الفقريات.

فقد أجريت عدة محاولات لتحديد موقع الخلايا داخل تحت المهاد والتي تكون قادرة على إستلام الضوء عن طريق صبغة الرودوبسين rhodopsin – mediated photoreception. بالرغم من إن معظم هذه الدراسات فشلت في إيجاد الدليل على هذا النظام system، فإن البروتين شبيه الأوبسين opsin – like protein قد تم تحديده في الخلايا ضمن تحت المهاد لليمام doves، السمان quail والبط ducks باستخدام أجسام مضادة أحادية النسل متخصصة جـداً highly specific monoclonal antibody. دراسات إضافية تكون مطلوبة لوصف هذا البروتين شبيه الأوبسين opsin – like protein ولتحديد دوره في الإدراك الحسي perception للضوء.

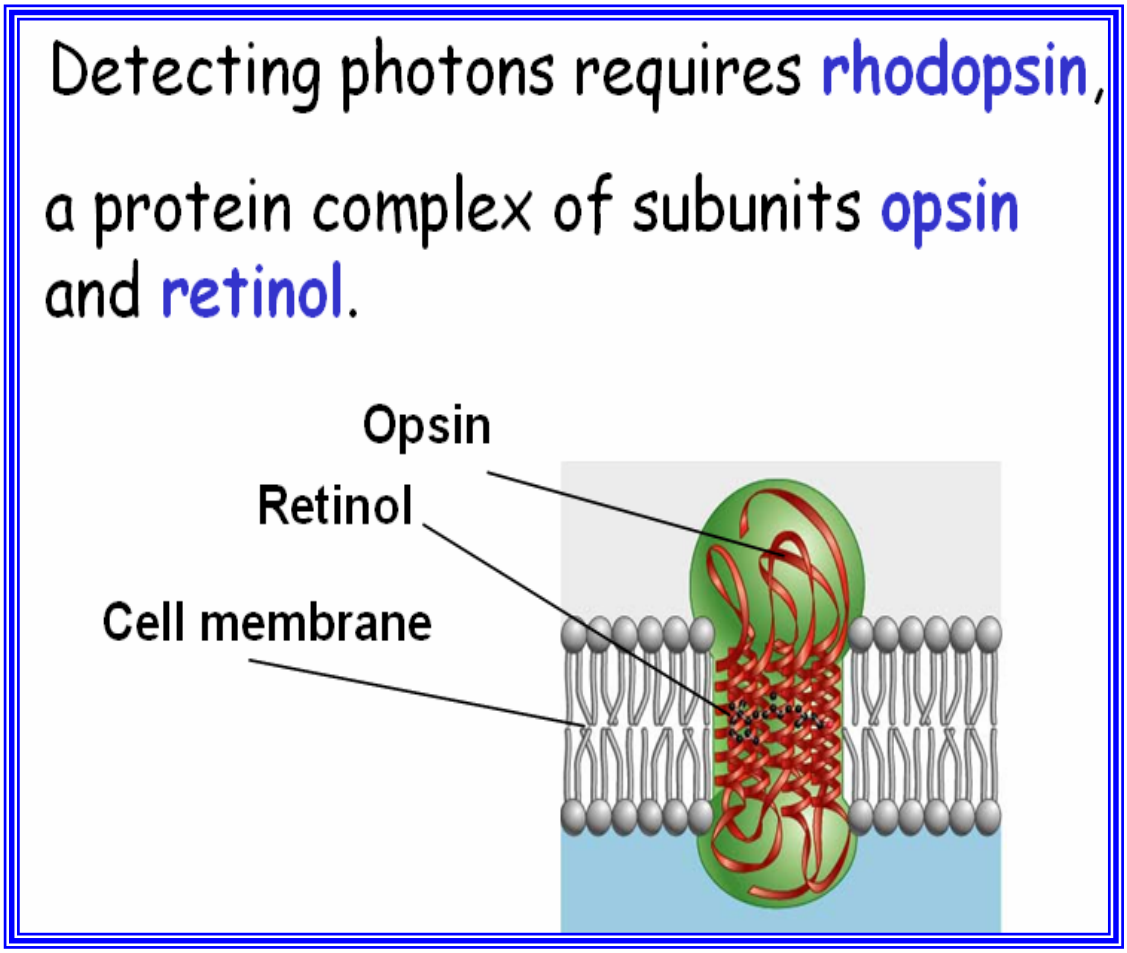
التأثيرات الصمية للتحفيز الضوئي

Endocrine effects of photostimulation:

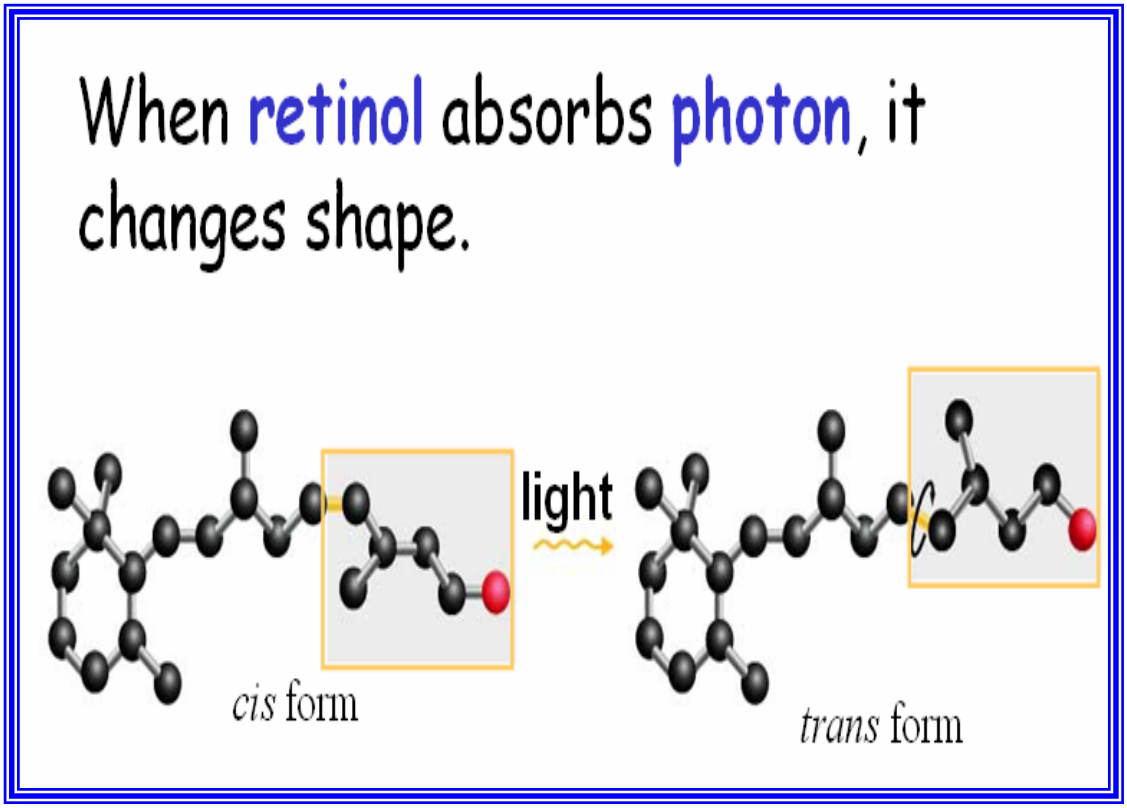
بغض النظر عن الطبيعة الدقيقة للمستقبل الضوئي في تحت المهاد، فإن تحفيزه عن طريق النهارات الطويلة long days يتحول إلى إشارات صمية endocrine signal خلال ساعات قليلة. في السمان الياباني، فإن تراكيز كلاً من الـ LH والـ FSH في البلازما ترتفع خلال الليل في أول يوم من الأيام الطويلة، والذي يشير إلى إن المعلومات المستلمة من قبل المستقبل الضوئي في تحت المهاد تنتقل إلى أعصاب تحت المهاد المنتجة للـ GnRH hypothalamic neurous producing – GnRH وتحفز إفراز هذا البتيد المتعدد polypeptide في الجهاز الوعائي البوابي لتحت المهاد hypothalamic portal vasculature. الإدراك الحسي للضوء، بناء على ذلك، يكون مباشر immediate، وبالرغم من إن عدة أسابيع ربما تنقضي بين تطبيق application التحفيز الدوري الضوئي photoperiodic عن طريق إطالة طول النهار daylength من النهار القصير short day إلى النهار الطويل long day ولغاية ملاحظة إنتاج البيض أو النطف، فإن السلسلة المنظمة الفسلجية physiological cascade تبدأ خلال أول يوم طويل.

طول النهار الحرج Critical day length:

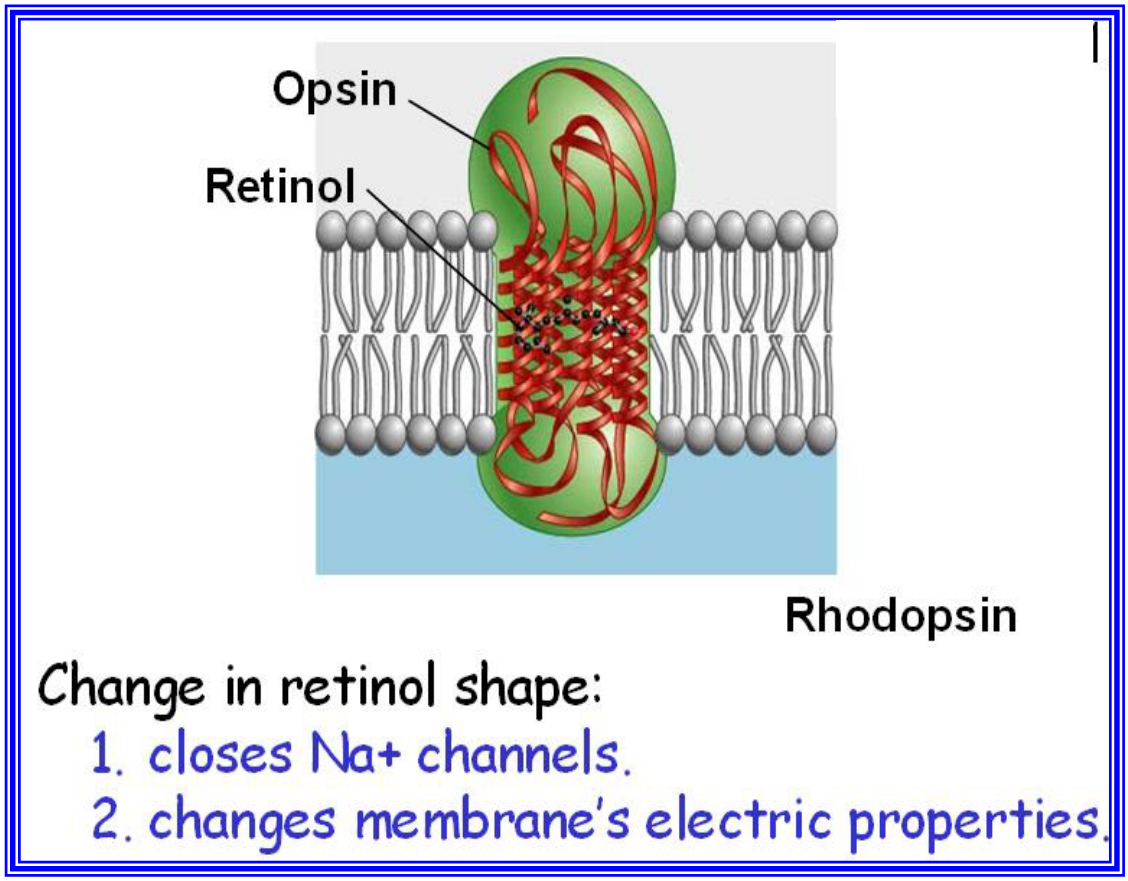
فيما يتعلق بكلاً من الناحيتين التطبيقية والنظرية يجب معرفة عدد ساعات الإضاءة الواجب إعطائها قبل إن تقوم الطيور الداجنة بتمييز أنها قد عرضت لنهار طويل ومعرفة كيف إن طول النهار يرتبط بالمعدل اللاحق subsequent rate لإفراز مغذي المناسل gonadotrophin، ومن ثم، نمو المناسل gonadal growth. بينما هذه العلاقة قد تم إثباتها في عدد من الأنواع غير الداجنة non – domesticated species، فإن المعلومات متاحة



شكل 3. الوحدة التركيبية لصبغة الرودوبسين.



شكل 4. التغير في جزيئة الريتينول استجابةً لامتصاص الفوتون.



شكل 5. التغير في شكل جزيئة الريتينول إستجابةً للضوء.

فقط عن الدجاج والسمان الياباني من بين أنواع الطيور الداجنة. في السمان، معدل نمو الخصية testicular growth وإفراز مغذي المناسل تكون متناسبة مع طول الفترة الضوئية بين 11.5 و 13 ساعة من الضوء. بطريقة مماثلة، تحدث زيادة متناسبة في تركيز الـ LH في البلازما عندما يتم نقل الدجاج hens من برنامج 8 ضوء: 16 ظلام إلى برامج ضوئية بين 10.5 ضوء: 13.5 ظلام و 12.75 ضوء: 11.25 ظلام.

إستجابة تدريجية graded response للضوء يمكن إثباتها إذا ما تم إستحداث النهار الطويل عن طريق نظام الإضاءة المتقطع intermittent lighting regime بحيث إن برنامج الإضاءة 8 ضوء: 16 ظلام يضاف عليه 10 ثواني، دقيقة واحدة أو 10 دقائق غلق للإضاءة كل ثمانية ساعات بعد الفترة الرئيسية من الإضاءة illumination. تحت هذه الظروف، فإن ارتفاع تركيز الـ LH يكون متناسب مع طول الفترة الإضافية من الإضاءة. هذه البيانات data تثبت كذلك الحساسية الشديدة exquisite sensitivity للدجاجة hen للتحفيز الضوئي، نظراً لأن التعريض لـ 10 ثواني / ساعة من الضوء فقط تكون كافية لرفع تركيز الـ LH في البلازما. إضافةً لذلك، فإن مقدار إستجابة الـ LH للفترات الضوئية المتقطعة كان متناسب مع المعدل الذي تبدأ عنده بإنتاج البيض.

الإيقاعات الدورية والإدراك الحسي للضوء

Circadian rhythms and light perception:

لكي تتعرف بأن طول النهار قد إزداد، فإن الطيور يجب إن تكون قادرة على التفريق بين النهار القصير والنهار الطويل. الدجاج، الديك الرومي، السمان وطيور أخرى عديدة تستخدم إيقاعتها الدورية الداخلية internal circadian rhythms لعمل هذا التمييز. هذا المبدأ قد أثبت جيداً عن طريق فحص نتائج تجارب الإنقطاع – الليلي night – interruption. وضعت الطيور في نهار قصير لعدة أسابيع وبعدها تم وضعها في ظلام دائم constant darkness. مجاميع مختلفة من الطيور بعدها تم إعطائها 8 ساعات قطع للإضاءة لغرض الفحص الدقيق "scan" للأيام الأربعة التالية باستخدام فترات متداخلة overlapping periodes من الإضاءة. التغير في مستوى الـ LH في البلازما بعد التعريض لكل قطع في الإضاءة يدل على إن تأثير الضوء لم يكن ثابتاً. في الصباح الباكر وآخر المساء، فإن التعريض للضوء له تأثير ضئيل جداً على تركيز الـ LH في البلازما. المستجيبية responsiveness للضوء تكون دورية periodic، مع فترات فاصلة متكررة دورياً recurring intervals من الحساسية الضوئية photosensitivity. الفترة التي يكون عندها الطير حساس للضوء يطلق عليها بالطور الحسـ ـاس للضـ ـوء photosensitive phase، وبالرغم من إنها تتحدى defies الوصف بمعنى تشريحي anatomical sence، فإن الطور الحساس للضوء يجهز الأسس النظرية التي بموجبها يمكن إن تصمم أنظمة الإضاءة. إضافة لذلك، فإن الطور الحساس للضوء يجهز الإطار النظري theoretical framework للتنبؤ بتأثيرات برامج الإضاءة photoschedules. على سبيل المثال، النهارات القصيرة short days لا تحفز إفرازات مغذيات المناسل لأنها لا تضيء illuminate الطور الحساس للضوء. من ناحية ثانية، النهارات الطويلة long days تضيء الطور الحساس للضوء وبناء على ذلك يبدأ إفراز الـ LH. نظراً لأن جزء صغير نسبياً فقط من الطور الحساس للضوء يتطلب إن يضاء illuminated لبدء إفراز مغذيات المناسل gonadotrophins، فإن أنظمة الإضاءة المتقطعة تعتبر طريق فعال على حد سواء في تنظيم العمليات التناسلية reproductive processes في الطيور الداجنة.

البرنامج الضوئي التحفيزي stimulatory photoschedule يجب أن ينقل أشارتين للطير. اولاً، يجب أن يجهز إشارة الفجر dawn signal التي تسمح للدجاجة hen بضبط ساعتها الدورية circadian clock على الوقت صفر (time 0). الساعة الدورية تبدأ عندها بإحصاء count مرور الوقت passage of time لغاية إنقضاء فترة 11 ساعة من الفجر dawn او بدء الإضاءة light – on، عند هذا الوقت يبلغ المذبذب الداخلي internal oscillator الإشارة لبدء الطور الحساس للضوء. وتنتقل الإشارة الثانية second signal خلال الطور الحساس للضوء عندما يتم

تسجيل التعريض للضوء من قبل المستقبلات الضوئية في تحت المهاد. الطاقة في الفوتون photon عندها تحول في النتاج العصبي neural output وتضخم amplified في النهاية في السلسلة المنظمة الهرمونية اللاحقة subsequent hormonal cascade.

شدة الإضاءة والإدراك الحسي للفترات الضوئية

Light intensity and perception of photoperiods:

الطيور نادراً ما تعيش في بيئة بحيث أن الليل يكون خالي من الضوء. تحت الظروف الطبيعية، الإضاءة من النجوم والقمر يمكن أن تزود مقادير معنوية من الضوء في الليل، ولذلك، فإنه ليس من المفاجئ بأن حساسية الطيور لشدة الإضاءة تكون نسبية relative وليست مطلقة absolute. أظهرت الدراسات الحديثة بأن نسبة ratio شدة الإضاءة عندما تنار lighted الحظيرة barn ولم يتم إضائتها not illuminated تحدد فيما إذا كان الدجاج والسمان سوف يميز الليل night من النهار day. بحوث واسعة للنسبة الدنيا minimum ratio بين شدة الإضـ ـاءة light intensity خلال الأجزاء المضاءة illuminated وغير المضاءة non – illuminated من البرنامج الضوئي (يعني الفترة الضوئية photoperiod والفترة المظلمة scotoperiod، على التوالي) والتي تدرك حسياً perceived من قبل الدواجن لم تنفذ، ولكن سوف يتضح بإن شدة الإضاءة يجب إن تكون أكبر بعشرة أضعاف خلال الجزء المضاء illuminated portion من اليوم قبل إن تتمكن الطيور من تمييز الفرق في شدة الإضاءة بين فتح الإضاءة light – on وغلق الإضاءة light – off.

على الرغم من وجود دليل وافر بإن التلميحات cues المقدمة عن طريق الشدة النسبية للضوء خلال أجزاء النهار والليل للبرنامج الضوئي تضبط طور phase الأيقاع الدوري circadian rhythm الذي ينظم وقت وضع البيض oviposition، والإيقاع الدوري للنشاط activity، فإن أهمية شدة الإضاءة في التحفيز الدوري الضوئي photoperiodic stimulation لإفراز مغذيات المناسل هي أقل وضوحاً. من ناحية ثانية، نظراً لأن الإدراك الحسي للأيام الطويلة والقصيرة ومن ثم الإستجابة الدورية الضوئية photoperiodic response تعتمد على الإيقاع الدوري بواسطة الحساسية الضوئية photosensitivity، فيبدو من المحتمل جداً بإن الشدة النسبية relative intensity بين الأجزاء المضاءة وغير المضاءة للفترة الضوئية تزود معلومات مهمة عن التحفيز الضوئي photostimulation. البيانات من التجارب والتي فيها شدة الإضاءة تم قياسها فقط خلال الفترة الضوئية photoperiod أثبتت بإن معدل إنتاج البيض كان متناسب مع الشدة بين 0.2 و 5 لوكس، ولكن لم يرتبط الإنتاج مع شدة الإضاءة عندما يتم تجهيز أكثر من 5 لوكس في الفترة الضوئية. تحت ظروف مماثلة، فإن 0.4 لوكس لم يتم تمييزها عن الظلام

darkness. بينما تم أخذ هذه البيانات كدليل بإن العتبة threshold لشدة الإضاءة هي 5 لوكس، فإنها ربما تفسر كذلك كدليل بإن نسبة 10 : 1 تكون مطلوبة للدجاج لتمييز النهار من الليل، وبالنتيجة، للبدء بالإستجابة الدورية الضوئية القصوى maximal photoperiodic response. هذه الفكرة قد دعمت عن طريق البيانات التي تم الحصول عليها من السمان الياباني الذي تم تحفيزه ضوئياً photostimulated باستخدام توليفات combinations من الضوء الساطع bright والمعتم dim. عندما تضاء illuminated الفترة الضوئية photoperiod بـ 1 لوكس وتكون الفترة المظلمة scotoperiod مظلمة dark، فقد كان السمان نشط active وبدأ بإستجابة دورية ضوئية photoperiodic response. عندما فترة 10 ساعات ذات 50 لوكس تتناوب مع فترة 14 ساعة ذات 1 لوكس، فإن السمان لا يبدأ إستجابة فترة ضوئية photoperiod response بالرغم من أنها تلقت أكثر من 1 لوكس طوال البرنامج الضوئي، وكانت غير نشطة inactive خلال فترة شدة الضوء المنخفضة. عندما تؤخذ سويةً، فإن هذه البيانات تشير إلى أن الطيور تستخدم المعلومات المستمدة من شدة الإضاءة لتغيير معدلها من إنتاج البيض، ولكن بغياب البيانات المحددة فإن الدور الدقيق لشدة الإضاءة في الإدراك الحسي للفترات الضوئية يبقى غير واضح. إذا ما استخدمت شدة الإضاءة النسبية relative light intensity لتمييز الفترة الضوئية والفترة المظلمة، فمن غير الواضح كيف إن الدجاج والديك الرومي تدرك حسياً التوليفات من الضوء الطبيعي natural light والضوء الإضافي supplemental light عندما يكون ضوء الشمس الساطع أكثر شدة بـ 100 ضعف مقارنةً بالضوء الإضافي، وإن الضوء الإضافي يكون أكثر شدة بحوالي 10 أضعاف فقط مقارنةً بإنحسار light – off الضوء الطبيعي. المعرفة التجريبية empirical knowledge لرواد pioneers صناعة الدواجن الذين استخدموا برامج الإضاءة الشتوية winter lighting programmes لإضافة supplement ضوء النهار الطبيعي natural day light من أيلول إلى آذار لزيادة إنتاج البيض في مساكن الدواجن مفتوحة الجوانب open – sided وذات نوافذ windowed زودت دليل وافر ample evidence بإن الدجاج hens يفسر interpret الضوء الإضافي المعتم نسبياً كأمتداد extension للنهار الساطع جداً very bright day. بصورة إفتراضـ ـ ـ ـية، لذلك، فإن الضـ ـ ـوء الإضافـ ـي المعتـ ـم dim supplemental light يكون كافي لتجهيز المعلومات المناسبة في ما يتعلق بالتباين contrast الذي يجيز للدجاجة hen تمييز الليل عن النهار. معلومات إضافية تكون مطلوبة لوصف نسبة شدة الإضاءة الساطعة : المعتمة التي تكون مطلوبة في أنظمة الإضاءة الإضافية supplemental lighting regimes لغرض تجهيز الإشارة الكافية adequate signal للدجاج الذي يتسلم توليفات من الضوء الطبيعي والإضافي. من وجهة نظر علمية، فإن هذه المعلومات تكون مهمة جداً بالنسبة للمنتجين في المناطق الأستوائية tropics والقريبة من خـط الأستواء

low latitudes، عندما تكون المساكن مفتوحة الجوانب open – sided housing هي البناء الذي يتم أختياره للدجاج البياض.

المناعة الضوئية photorefractoriness:

بمرور الوقت، فإن تحويل طاقة الفوتون إلى إشارة عصبية تبدأ بالضعف fail، وأخيراً، لا يستطيع الطير المحافظة على المستويات القصوى maximal levels لإفراز مغذيات المناسل. الإخفاق في المحافظة على إفراز مغذيات المناسل تحت النهارات الطويلة long days، أو المناعة الضوئية photorefractoriness، تأخذ أشكال مختلفة في الطيور. في معظم الدجاج الداجن، خصوصاً ذلك الذي من سلالات strains منتخبة لإنتاج البيض العالي، فأن المناعة الضوئية تظهر كانخفاض تدريجي في معدل الإنتاج والذي يحدث خلال أول 12 – 15 شهر من الإنتاج. عندما ينخفض معدل الإنتاج، فإن الفص الأمامي للغدة النخامية يكون أقل مقدرة على إفراز مغذيات المناسل gonadotrophins إستجابةً للهرمـــون المحرر لمغذيات المناسل gonadotrophin releasing hormone. أحياناً، ينخفض إفراز مغذيات المناسل إلى المستوى الذي يكون غير كافي للمحافظة على المناسل gonads وإن المبيض ينكص regresses خلال أسابيع قليلة بعد التحفيز الضوئي photostimulation. هذه البداية المبكرة للمناعة الضوئية شائعة جداً في الديك الرومي بالرغم من إنها لوحظت كذلك بتكرار كبير في دجاج أمهات فروج اللحم broiler breeder hens.

الدجاج hens الذي يكون ذا مناعة ضوئية photorefractory لايمكن إن يتحفز ضوئياً مرة ثانية إلى إن يتم تعريضه لنهارات قصيرة short days لمدة 10 – 12 أسبوع. من الناحية العملية، فإن تبدد dissipation المناعة الضوئية يكمـــل بحدوث القلش الأجبـــاري forced moulting. توافق التعريض للنهارات القصيرة short days، نكوص involution الجهاز التناسلي، فقدان الريش وبدايه نموه من جديد loss and replenishment of feathers وفقدان وزن الجسم خلال القلش الإجباري يبدو بإنه يعيد ضبط reset تحت المهاد لإستلام ونقل الإشارة الدورية الضوئية photoperiodic signal بمستويات عالية.

في الزرزور starling، مـــن المحتمـــل إن الحـــافز الـــدوري الضوئـــي photoperiodic stimulus ربما يرسل الإشارة كذلك إلى الميكانيكيات التي تبديء المناعة الضوئية ولكن طول النهار المطلوب لبدء المناعة الضوئية ربما يكون أطول من ذلك المطلوب للتحفيز الضوئي. تعريض الزرازير starlings إلى 18 ضوء: 6 ظلام يعجل من حدوث الأحداث المترافقة مع التحفيـــز الضوئي بسرعـــة كبيرة جداً، الوظيفـــة التناسليـــة reproductive function يحـــافظ عليهـــا لفـــترة قصـــيرة مـــن الـــوقت

وتحـ ـدث المناعـ ـة الضوئيـ ـة بسرعـ ـة. تحت برامج الإضاءة المحفزة ضوئياً الحدية marginal photostimulatory lighting regimes (على سبيل المثال 11 ضوء: 13 ظلام)، فإن الوظيفة التناسلية تبدأ بصورة بطيئة ولكن لا تبدأ المناعة الضوئية. الإوز ربما يستجيب للتحفيز الضوئي بصورة مماثلة، نظراً لأن البرامج الضوئية 11 ضوء : 13 ظلام تطيل الموسم الإنتاجي، وبذلك، تحسن من إنتاج البيض. الأرتباط المحتمل بين التحفيز الضوئي وبداية المناعة الضوئية ربما يكون لها تطبيق مهم في صناعة الدواجن وإن عمل إضافي على برامج الإضاءة التحفيزية بصورة حدية marginally stimulatory photoschedules يكون مبرر.

العمر الأدنى للتحفيز الضوئي

The minimum age of photostimulation

عندما تفقس الطيور، فإنها تكون ذات مناعة ضوئية وتكتسب الحساسية الضوئية photosensitivity فقط بعد التعريض لنهارات قصيرة short days. الإحتياجات الدقيقة لإكتساب الحساسية الضوئية photosensitivity لم توصف جيداً، بالرغم من إنه يتضح بإن 8 – 12 أسبوع من التعريض للنهارات القصيرة يكون مطلوب في كلاً من الدجاج والديك الرومي قبل إن تستجيب للإنتقال للنهار الطويل. العمر الأدنى minimum age عند النضج الجنسي في الأنثى femal غير مهم عادةً من وجهة نظر عملية بسبب إن بداية إنتاج البيض تؤخر إعتيادياً باستخدام معالجات تغذوية ودورية ضوئية photoperiodic and nutritional manipulations مصممة للحصول على أكبر حجم للبيض. من ناحية ثانية، في الذكر male، فإن النضج الجنسي المبكر يمكن إن يكون مفيداً جداً، خصوصاً عندما ذكور الرومي toms والدجاج roosters تستخدم لإنتاج سائل منوي في برنامج التلقيح الاصطناعي. وعليه فأن الفهم الجيد لإكتساب الحساسية الضوئية في الطيور اليافعة juvenile سوف يكون ذات أهمية أكاديمية وتطبيقية جديرة بالإعتبار.

التجاوب الضوئي والنضج الجنسي

photoperiodism and sexual maturation:

بالرغم من إن بداية النشاط التناسلي يمكن إن تقدم أو تؤخر عن طريق البرنامج الضوئي، فإن النضج الجنسي سوف يحـ ـدث أخيراً بغياب نظـ ـام الإضـ ـ ـاءة المحفِز ضوئياً photostimulatory lighting regime. على سبيل المثال، معظم الدجاج سوف يبدأ بإنتاج البيض بعمر 24 أسبوع عندما تعرض لبرنامج 8 ضوء: 16 ظلام طوال فترة حياتها. من الممكن، من ناحية ثانية، تقديم عمر النضج الجنسي إلى 22 أسبوع تقريباً عن طريق تزويد التحفيز الضوئي providing photostimulation. البداية التلقائية للنشاط الجنسي يبدو بأنها نتيجة

للتغيرات في تنظيم التغذية العكسية السالبة negative feedback control. في الذكر، مقدار الاندروجين androgen المطلوب لتقليل إفراز مغذيات المناسل يزداد عندما تنمو الطيور، ومن ثم فإن تركيز الـ LH يرتفع عندما يقترب النضج الجنسي. في الإنثى، الانخفاض في تركيز الـ LH عندما يبدأ إنتاج البيض بسبب تنظيم التغذية العكسية السالبة لإفراز مغذيات المناسـ ـ ـل عن طريق الاستروجين oestrogen يبدأ عندما تبدأ الحويصـ ـ ـلات المبيضيـ ـ ـة الصغيرة small ovarian follicles بإفراز هذه الهرمونات الستيرويدية.

البداية الدورية الضوئية photoperiodic initation للنضج الجنسي هي نتيجة للتحفيز المباشر للمستقبلات الضوئية في تحت المهاد hypothalamic photoreceptors التي تنقل إشاراتها للأعصاب الفارزة للـ GnRH GnRH secreting neurons في تحت المهاد، ولذلك ترتفع تراكيز الـ FSH والـ LH في البلازما. تأثيرات تغير الحساسية لنظام التغذية العكسية السالبة والتأثيرات المباشرة للتحفيز الضوئي قد تم فصلها تجريبياً باستخدام طيور مخصية castrated birds تم تعريضها لنهارات طويلة وقصيرة. تعريض الطيور المخصية لنهارات قصيرة أدى إلى ارتفاع طفيف في الـ LH في البلازما وإن أعلى مستوى للـ LH كان أقل بكثير من ذلك الملاحظ عند نقل الطيور المخصية إلى نهارات طويلة. إضافةً لذلك، فإن معدل الزيادة في تركيز الـ LH في البلازما بعد الخصي castration كانت أعلى في الديكة المخصية capons المعرضـ ـة لنهـ ـارات طويلـ ـة. بغيـ ـاب الهرمونـ ـات الستيرويديـ ـة المنسليـ ـة gonadal steroid hormones، فإن الإستجابات المختلفة للذكور المخصية للفترات الضوئية الطويلة والقصيرة قد أعزيت للتحفيز المباشر ضمن تحت المهاد.

الإستجابة الدورية الضوئية هي حاصل جمع الإستجابات التثبيطية والتحفيزية للضوء:

The photoperiodic response is the sum of photoinhibitionary and photostimulatory responses:

وفرة multitude الإستجابات للفترات الضوئية والتي سجلت من المحاولات التجريبية empirical trials ومن التجارب المصممة لتوضيح خصائص الإستجابة الدورية الضوئية photoperiodic response يمكن إن تشكل في فرضيات موحدة والتي بموجبها تم إقتراح أربعة إستجابات للضوء. كل إستجابة قد أفترضت بإنها حاصل جمع المدخلات التثبيطية والتحفيزية inhibitory and stimulatory inputs للأعصاب الفارزة للـ GnRH وإن كل منها قد أفترض بأنها تعتمد على التعريض السابق previous exposure للضوء. التعريض الطويل للنهارات القصيرة لا يؤدي إلى حدوث تحفيز ويكون مطلوب لتبديد dissipate المناعة الضوئية. التعريض القصير للنهارات الطويلة يزود إستجابة تحفيزية كبيرة التي يمكن قياسها بالزيادة في

تركيز الـ LH أو بالزيادة في إنتاج البيض. التعريض الطويل للنهارات الطويلة يحفز الإستجابة التثبيطية inhibitory response التي تعرف بالمناعة الضوئية وتبدد التأثير التحفيزي للنهارات الطويلة. عندما تكون الطيور معرضة لنهارات طويلة ولفترات طويلة، فإن التعريض لنهارات قصيرة يقوي intensify التثبيط inhibition لأعصاب GnRH (GnRH neurons) وإنقطاعات التناسل reproduction ceases. على الرغم من إن الدليل لدعم الإستجابات التحفيزية الضوئية photostimulatory responses هو وافر abundant، فإن الدليل لدعم التأثير التثبيطي الضوئي photoinhibitory effect للضوء light هو أقل وفرةً وغالباً ما يشتق من الإستنتاجات inferences على الأنواع الأخرى من الطيور. قد يكون أفضل دليل بأن المناعة الضوئية تبدأ عن طريق التعريض لنهارات طويلة قد تم الحصول عليه من خلال إستجابات الدجاج المنقول من برنامج 20 ضوء : 4 ظلام إلى برنامج 12 ضوء : 12 ظلام أو من 4 ضوء : 20 ظلام إلى 12 ضوء : 12 ظلام. في الحالة المذكورة أولاً، فإن التغيير في البرنامج الضوئي تلاه إنخفاض في كلاً من إنتاج البيض وتركيز الـ LH في البلازما، من المحتمل بسبب إن التأثير الصـ ـافي net effect للتعريض الطويل للنهارات الطويلة والفترة الضوئية المخفضـ ـة declining photoperiod يجعل تحت المهاد غير حساسة insensitive للتحفيز الدوري الضوئي photoperiodic stimulation. في الحالة الثانية، فإن تحت المهاد تحتفظ بقابليتها على تحويل الإشارة الدورية الضوئية photoperiodic signal وتبدأ بإفراز الـ GnRH عند النهارات القصيرة. النقل إلى النهار الطويل يعطي التحفيز الضوئي photostimulation، وبالنتيجة، يرتفع تركيز الـ LH في البلازما ويزداد إنتاج البيض. ربما هذا المبدأ يمكن إن يطبق لتحسين إنتاج البيض تحت أنظمة الإضاءة التجارية commercial lighting regimes عن طريق استخدام فترة ضوئية بالحد الأدنى minimum لتحفيز بداية إنتاج البيض ومن ثم زيادة طول النهار day length لموازنة offset بداية المناعة الضوئية.

الفصل الثامن

النمو والنضج الجنسي

النمو والنضج الجنسي:

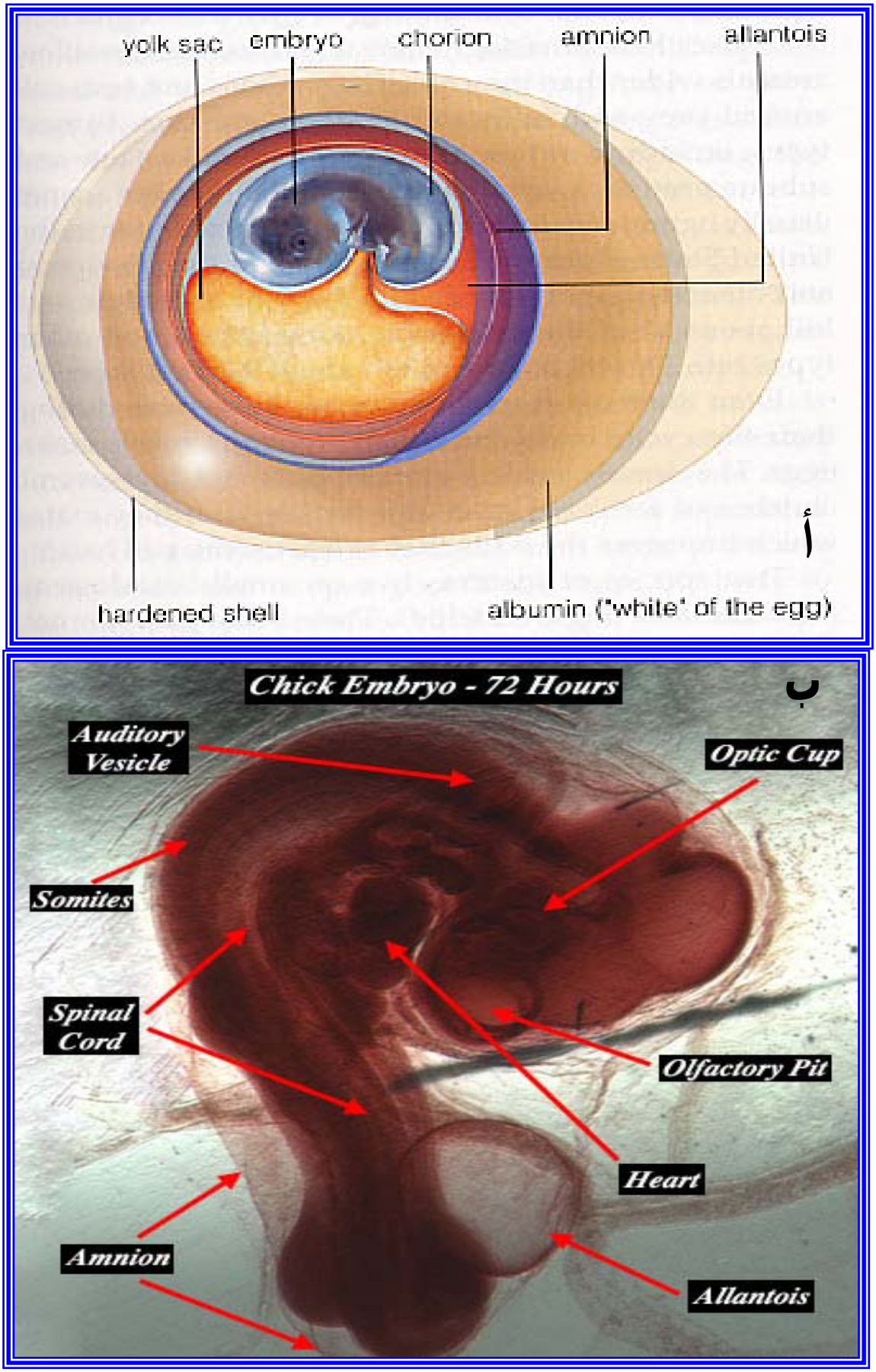
الإختلافات الجنسية توجه عن طريق وجود أو عدم وجود الكروموسوم (W)، على المستوى الخلوي هذا الإختلاف بين الذكور والإناث تم إكتشافه بسهولة باستخدام أدوات علم الأنسجة وعلم الخلية. من ناحية ثانية، على مستوى النسيج، العضو والحيوان الكامل فإن الإختـلاف الجنسي sexual dimorphism يظهر من خلال تنوع واسع للطرق ways وهناك تعبيرات مختلفة (وبعض الأحيان العكس) للإختلاف الجنسي بين السلالات والأنواع المختلفة من الطيور الداجنة. في بعض الحالات، فإن هذه الإختلافات الجنسية تكون نادرة بايولوجياً في حين وجد لها آخرين تطبيقات في صناعة الدواجن.

الصفات الجنسية الثانوية خلال النمو وعند الفقس

Sexondary sexual characteristics during development and at hatch:

ضمن أيام قليلة بعد الإخصاب، فإن الجنين الأنثى female embryo يمكن تحديده عن طريق تراكم الخلايا الجنسية الإبتدائية primordial germ cells في الغدة التناسلية اليسرى left gonad. عند اليوم العاشر من الحضانة incubation، فإن المناسل gonads تتمايز بدرجة كافية بحيث يمكن تمييزها عن طريق التشريح autopsy، ولكن طوال فترة التطور الجنيني ليس هناك صفات خارجية external characteristics التي تحدد جنس الفرخ (شكل 1). عند الفقس، فإن الذكوروالإناث لها نفس الوزن، مع إستثناء بالنسبة للإختلافات الوراثية المتخصصة في لون الزغب down colour وطول الريش فلا تظهر الذكور أو الإناث صفات جنسية ثانوية متميزة. الحاجة لطريقة بسيطة عامة universal لتمييز جنس الطيور الداجنة عند الفقس نشأت من بنية structure صناعة الدواجن poultry industry. جنس واحد فقط من قطعان الأجداد grandparent والآباء parent يساهم في الجيل القادم وإن الأفراخ غير المرغوب بها أو الجنس غير المطلوب off – sex في أي من هذين الخطين يتم إقصائها من برنامج التربية breeding scheme المستخدم لإنتاج الطيور التجارية. مفاقس فروج اللحم والرومي عادةً تسوق الأفراخ المجنسة للمنتجين التجاريين، نظراً لأن الإختلافات الجنسية في معدل النمو وكفاءة التحويل الغذائي توجب فصل الذكور والإناث لتلبية طلبات السوق في الحصول على ذبيحة متماثلة ذات تركيب محدد.

في عام 1927 وصف Masui وزملاؤه الفروقات التشريحية في المجمع للأفراخ الفاقسة حديثاً. مع إن هذه الفروقات بين الأفراخ الذكور والإناث تظهر واضحة تماماً في الصور التشريحية، فإنها يمكن فقط إكتشافهـا بدقة وبثبات في الأفراخ الحيـة بعـد فتـرة مـن التدريب والممارسة التي تتباين بين 3 – 5 سنوات.

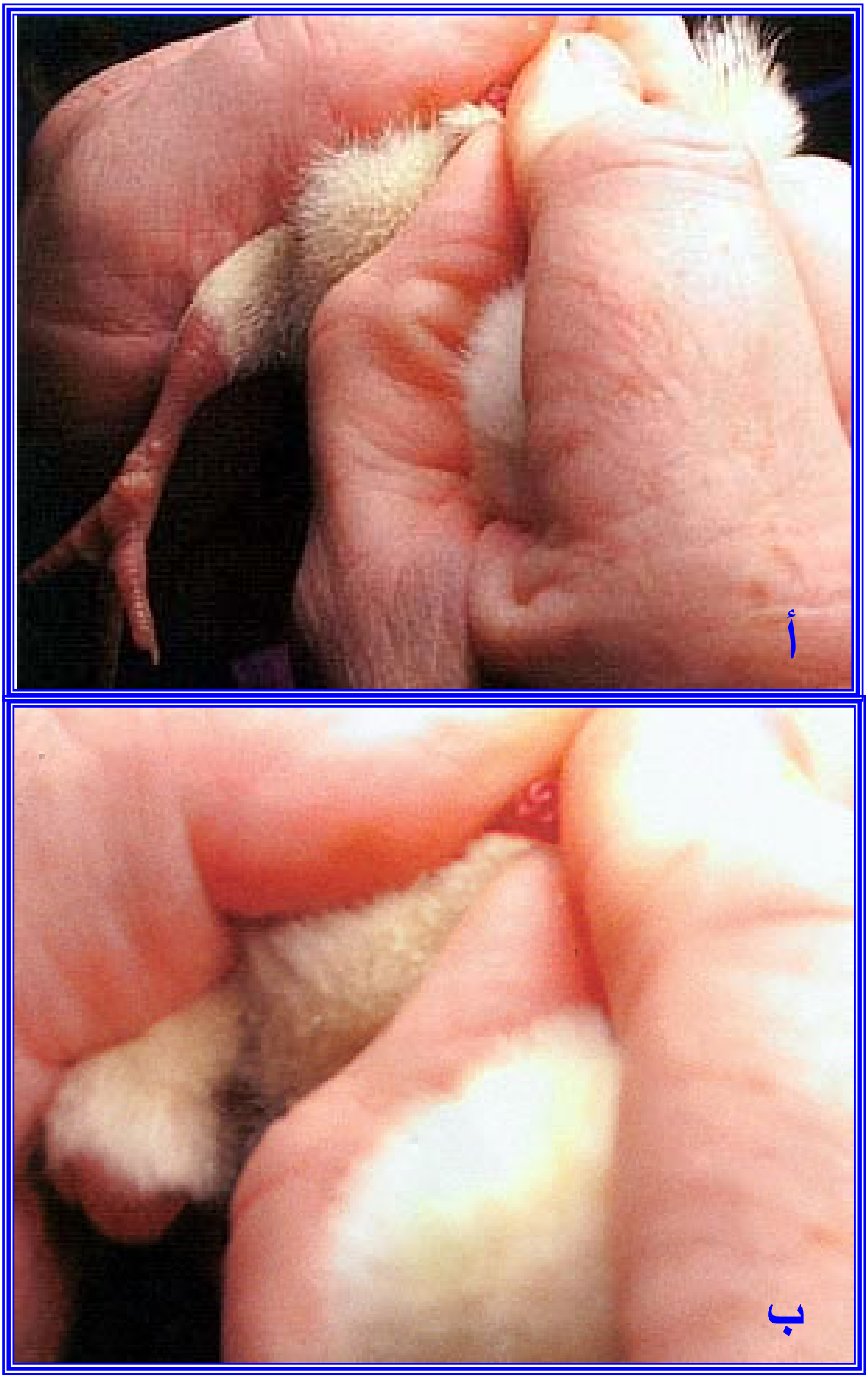


شكل 1 أ و ب. جنين الطيور داخل البيضة.

خلال الخمسين سنة الماضية، فإن صناعة الدواجن قد اعتمدت بشكل رئيسي على المدارس اليابانية لتجهيز ملاكات ماهرة للتجنيس عن طريق فتحة المجمع vent – sex (شكل 2) لمعظم قطعان الدجاج البياض، العديد من خطوط الآباء والأجداد التي تكون أصول فروج اللحم التجاري والدجاج البياض، جميع أمهات وقطعان الرومي التجاري، العديد من طيور الصيد game birds والطيور المائية water fowl. براعة مجنسي الأفراخ تتباين بين الخطوط والسلالات النقية لتكون بحدها الأدنى بمقدار 800 فرخ / ساعة وبدقة تصل إلى 95% وبحدها الأعلى بمقدار 1300 فرخ / ساعة وبدقة تصل إلى 99%. بالرغم من الحدة البصرية الإستثنائية remarkable visual acuity والبراعة اليدوية manual dexterity لمجنسي الأفراخ، فإن كلفة المحافظة على فريق كفوء يلبي متطلبات المفاقس الكبيرة قد دعمت تطور طرق ذات درجة دقة مساوية لتجنيس الأفراخ بعمر يوم واحد والتي تتطلب ممارسة وخبرة أقل. هذه الطرق قد أعتمدت على الجينات المرتبطـة بالجنس sex – linked genes المسيطرة على لون الزغب ومعدل نمو الريش خلال الأيام الأخيرة القليلة من فترة الحضانة.

السيطرة الوراثية على لون الزغب:

لون الزغب يتأثر بالجينين المحمولين على الكرموسوم (Z)، الجين *B* مسؤول عن إختزال الصبغة في الريش، الجين الثاني مسؤول عن تغير اللون المظهري الذي يعزل الصبغة البنية الداكنة في الريش حيث ينتج طير بريش أبيض. الجين المسؤول عن اللون الفضي / الذهبي يحدد بـ (73) وحدة عبور ويكون توزيعها مستقلاً. الأليل الفضي (*S*) والذهبي (s^+) تفيد في تكوين سلالات ممكن تجنيسها ذاتياً عند الفقس إعتماداً على لون ريش الزغب والتي تنتج من تزاوج ذو نصف لاحقة hemizygous *S* / - (فضي) كأناث والتي تكون مظهرياً بيضاء عندما تكون بالغة، وصفراء شاحبة pale yellow عندما تكون أفراخ مع متجانسة الأزدواج homozygous s^+/s^+ (ذهبي) كذكور والتي تكون مظهرياً بنية brown عندما تكون بالغة وعندما تكون أفراخ (الشكلين 3 و 4). الأفراخ ذات اللون الأصفر الشاحب الناتجة من هذا التزاوج هي الذكور، والأفراخ ذات اللون البني المحمر reddish brown هي الإناث (الشكلين 5 و 6). الذكور لهذا التضريب يمكن إن يتم أختيارها من أي سلالة بنية brown أو حمراء red مثل النيوهمشاير New Hampshire، اللكهورن البني Brown Leghorn أو الرودايلاندريد Rhode Island Red، بينما الإناث البيضاء يجب أن تكون وراثياً فضية silver. بالرغم من وجود عدة سلالات بيضاء من الدجاج والتي تكون وراثياً فضية (على سبيل المثال، اللايت سسكس Light Sussex، السلفر ليسـ ـ ـ ـ ـد واينـ ـ ـ ـدوت Silver Laced Wyandotte واللايت دوركنـ ـك Light Dorking)، فإن السلالات البيضاء التي استخدمت بصورة واسعة في السنوات الأخيرة كانت مختلفة وراثياً.



شكل 2 أ و ب. تجنيس الأفراخ بالطريقة اليابانية.

شكل 3. أفراخ إناث فضية تحمل الأليل الفضي.

شكل 4. أفراخ ذكور ذهبية تحمل الأليل الذهبي.

شكل 5. فرخ ذكر أصفر شاحب ناتج من تزاوج الطيور البالغة للافراخ في الشكلين 3 و 4.

شكل 6. فرخ أنثى بني محمر ناتج من تزاوج الطيور البالغة للافراخ في الشكلين 3 و 4.

على سبيل المثال، البلايموث روك الأبيض White Plymouth Rocks (شكل 7) والوايت وايندوت White Wyandottes (شكل 8) والتي استخدمت بشكل واسع في إنتاج خطوط آباء فروج اللحم والتي تكون عادةً ذات ريش أبيض وذلك لأنها متجانسة الأزدواج متنحية recessive homozygous لجين الصبغية العادية autosomal gene (*c*) والذي يمنع تلون الريش. دجاج اللكهورن الأبيض، من ناحية ثانية، يفتقد إلى الصبغات في ريشه بسبب حمله أليل سائد (*I*) وبموقع صبغية عادية autosomal locus مختلف والذي يمنع ترسب الصبغات في الريش (شكل 9).

بالرغم من أن بعض الطيور في كل من هذه السلالات هي وراثياً فضية، فأن وجود إما الأليل الأبيض السائد أو الأليل الأبيض المتنحي هو الذي يحدد استخدامها في تضريبات التجنيس الذاتي autosexing crosses عندما يتم استخدام لون الزغب لتحديد التركيب الوراثي. معظم الأصول stocks التجارية المنتجة للبيض البني تجنس على أساس اللون colour – sexed بإستخدام الأليلات الفضية والذهبية. بالرغم من أن قطعان فروج اللحم الحديثة مستنبطة من سلالات يكون لون ريشها ناجم عادةً عن استخدام الأليلات الفضية / الذهبية المرتبطة بالجنس sex – linked، فأن هناك محاولات قليلة للتوسع تجارياً بهذه الطريقة لتجنيس الأفراخ بعمر يوم واحد من أصول دجاج اللحم meat stocks. جزئياً، فأن عدم وجود التضريبات بين السلالات للتجنيس على أساس اللون في سوق فروج اللحم هو بسبب الكلفة العالية جداً للتخلص من الأليلات المسؤولة عن إظهار اللون الأبيض. تأريخياً، من ناحية ثانية، فإن تفضيل السوق للدجاج الأبيض كان الحافز الأقوى للمتخصصين في التربية والتحسين breeders لتطوير خطوط الذكور الذهبية وخطوط الأناث الفضية (الشكلين 3 و 4).

في الخميسينيات كان الدجاج الأبيض الريش هو الأكثر تفضيلاً في العمليات التصنيعية لأن مكائن إزالة الريش الآلية في ذلك الوقت كانت لا تستطيع إزالة الريش الدقيق الموجود على الذبيحة، لذلك كان يفضل الدجاج الأبيض لأن بقاء هذا الريش الدقيق على سطح الذبيحة يكون غير واضح بالمقارنة مع الريش الملون. إن التحسينات في تكنولوجيا إزالة الريش قد أبعدت هذا الإعتبار ولكن الكلفة المرتفعة لتسهيل التجنيس لسلالات الأجداد والأباء جعلته يعطى أسبقية في معظم برامج التربية التجارية.

إن الجين المرتبط بالجنس المسؤول عن الريش المخطط الذي يسبب ترسب الصبغة في الأحزمة bands عندما يبزغ emerge الريش من الحويصلة follicle في الطير البالغ يستخدم في تحديد الجنس عند الفقس لأن الجين ينتج بقعة من الزغب الأبيض على رأس الفرخ. عند تزاوج الإناث المخططة السوداء مع الذكور من الأنواع الأخرى سوف تكون الأفراخ الإناث الناتجة سوداء داكنة، بينما الأفراخ الذكور تكون سوداء مع بقعة مـن الزغب الأبيض على الرأس (الأشكال 10 و 11 و 12).

شكل 7. أفراخ بلايموث روك ابيض عمر يوم واحد.

شكل 8. أفراخ وايت وايندوت عمر يوم واحد.

شكل 9. أفراخ لكهورن أبيض عمر يوم واحد.

شكل 10. أفراخ بلايموث روك مخطط عمر يوم واحد.

شكل 11. أفراخ بلايموث روك مخطط ذكورعمر يوم واحد سوداء مع وجود بقعة بيضاء على الرأس.

شكل 12. أفراخ بلايموث روك مخطط إناث عمر يوم واحد سوداء مع عدم وجود بقعة بيضاء على الرأس.

في الأنواع النقية السوداء والمخططة مثل البلايموث روك المخطط، فإن الذكور تميل إلى إن تمتلك بقعة بيضاء على الرأس أكبر مما موجود في الإناث (الشكلين 11 و 12)، والأحزمة غير المصبغة على الريش الناتج للذكور تكون أعرض بمرتين بقدر ذلك العرض الموجود في الإناث (الشكلين 13 و 14).

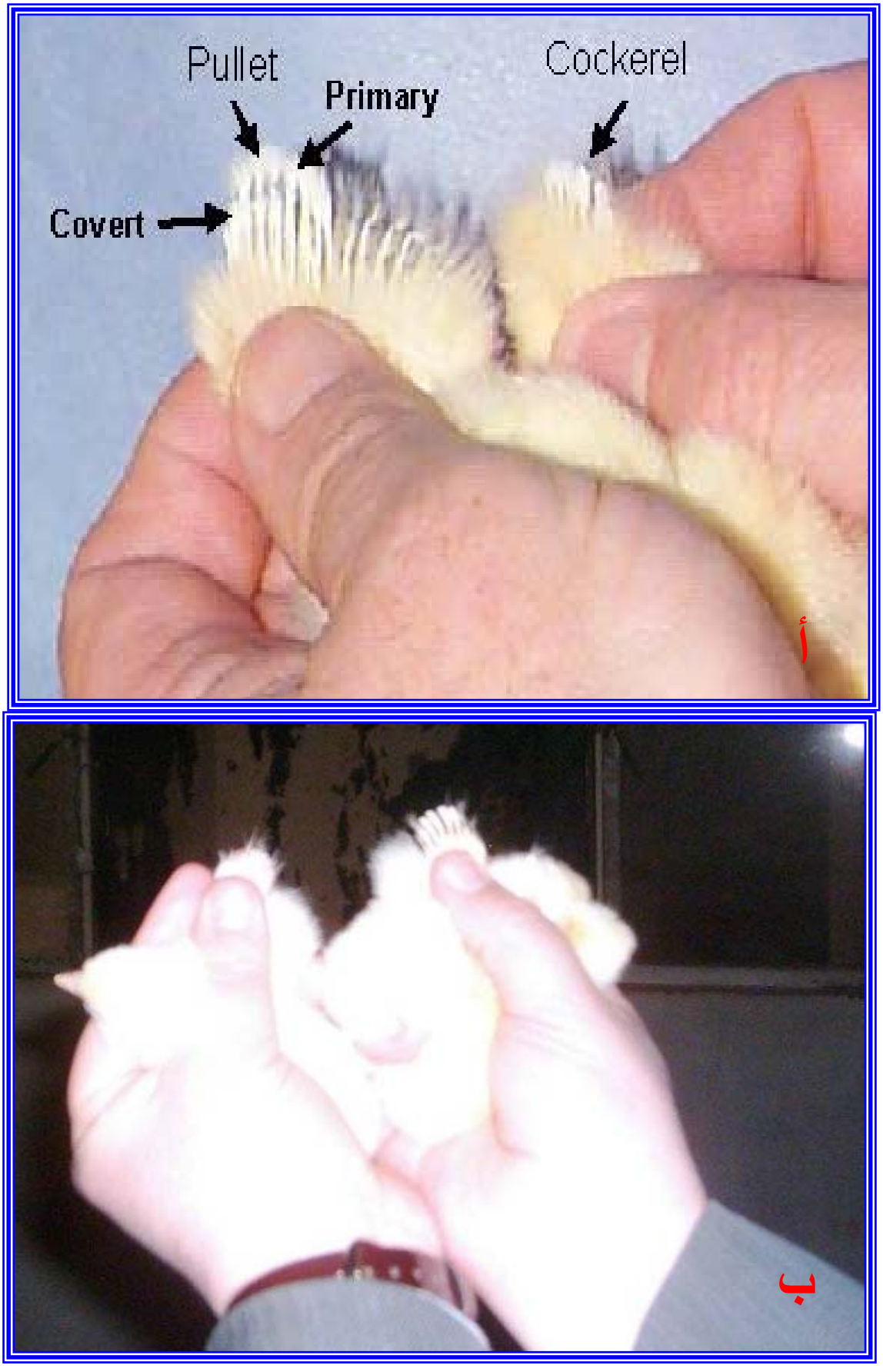
هذه الإختلافات الجنسية بين الأنواع هي نتيجةً لوجود نسختين من الجين المسؤول عن التريش المخطط (ZZ) للذكور ووجود نسخة واحدة فقط من الجين المسؤول عن التريش المخطط (ZW) للإناث. من ناحية ثانية، في معظم سلالات البلايموث روك المخطط فإن الإختلاف في حجم البقعة البيضاء الموجودة على الرأس تعتبر طريقة غير كفوءة لتحديد الجنس. مع ذلك فأن الجين المسؤول عن التريش المخطط يمكن إن يستخدم كطريقة كفوءة لتحديد الجنس عندما يدخل في القطعان التي تكون وراثياً ذهبية أو فضية بغياب الريش المصبغ باللون الداكن dark – pigmented feathers. لون الزغب للأفراخ الذكور لهذه السلالات أو الضروب strains يكون أخف من ذلك الذي في الإناث، بالرغم من إن الشدة المطلقة للتصبيغ يمكن إن تتباين كثيراً إعتماداً على لون الريش البالغ adult plumage colour. مع إن أنواع عديدة من التجنيس الذاتي للسلالات الشائعة قد تم تطويرها بين عامي 1930 – 1950، فإنه ليس هنالك أي من الضروب المنتجة اصطناعياً syntgetic strains قد شجع شركات تربية الدواجن الحالية لاستخدام هذه الطريقة.

السيطرة الوراثية على نمو الريش:

خلال فترة قبل الفقس، فإن معدل النمو النسبي لريش القـ ـوادم primary والخوافي primary covert للجناح يعدل بواسطة الأليلات عنـ ـد الموقع *K* المرتبـ ـط بالجنـ ـ ـس sex – linked *K* locus. هذا الإختلاف في معدل نمو ريش الجناح بين الذكور والإناث قد استخدم في تحديد جنس الأفراخ في عمر يوم واحد في عدة قطعان من أمهات فروج اللحم وقليل من خطوط إنتاج البيض ذات القشرة البيضاء حيث يتحدد التريش البطيء بخطوط الإناث ويرمزله (*K/K*) والتريش السريع يحدد خطوط الذكور (k^+/k^+) (شكل 15). هذه الطريقة تعتبر جذابة لصناعة الدواجن نظراً لأن الفرق في نسل الإناث ذات التريش السريع ونسل الذكور ذات التريش البطيء يمكن تعلمه بسهولة من قبل ملاك المفقس. من ناحية ثانية، جين التريش البطيء إما يرتبط بشدة بـ / أو إنه جزء مكمل integral part للجين الفايروسي الداخـ ـلي endogenous viral gene، *ev* 21. الجين الفايروسي الداخلي يمكن إن يصيب الأمهات ذات التريش البطيء EV 21 (المنتج الفايروسي المعدي infectious viral product للجين *ev* 21) والذي يمكن إن ينتقل فطرياً congenitally لنسل الإناث ذات التريش السريع مـ ـن خلال البيضة.

شكل 13 . أفراخ سلفر دكونك ذكور عمر يوم واحد تميّز من خلال الخطوط العريضة على ظهرها.

شكل 14 . أفراخ سلفر دكونك إناث عمر يوم واحد تميّز من خلال الخطوط الضيقة على ظهرها.



شكل 15 أ و ب. تمييز جنس الأفراخ عمر يوم واحد من خلال ملاحظة معل نمو ريش الجناح.

الإصابة الفطرية congenital infection بفايروس EV 21 يجعل هذه الطيور حساسة لمرض إبيضاض الدم اللمفاوي lymphoid leukosis، ولذلك فإن الاستخدام المستقبلي للتريش البطيء لتجنيس الأفراخ في المفقس ربما يعتمد على التقنيات والسيطرة على المنتجات الفايروسية المعدية التي تترافق وراثياً مع جين التريش البطيء.

الإختلافات الجنسية في معدل النمو والنضج في الدجاج والرومي:

في كلا النوعين تكون الذكور أكبر حجماً من الإناث (الشكلين 16 و 17) وهذه الإختلافات في كتلة الجسم سببها جنس الطير وهي تظهر بوضوح عند عمر ثلاث أو أربع أسابيع. كذلك هذه الإختلافات يمكن ملاحظتها بسهولة في الطير البالغ. الإختلافات الجنسية في وزن الجسم يجب تحديدها دائماً ضمن عشائر محددة وراثياً، نظراً لأن الفرق في وزن الجسم بين الأصول يتجاوز الفرق بين الجنسين.

وزن الجسم في أنثى الرومي يبلغ 70% من وزن الذكر والذي يحمل نفس التركيب الوراثي للأنثى (شكل 17). وزن قطعة الصدر تتناسب مع وزن الجسم لذلك فالإختلافات الجنسية تلاحظ في إختلاف كتلة العضلة (الصدر) التي تم تشفيتها من ذبائح الذكور والإناث. ناتج لحم عضلة الصدر نسبةً إلى وزن الجسم، على أية حال، لا تختلف بين الجنسين في الرومي. كبرحجم ذبيحة الذكر بالنسبة للأنثى يعود أساساً إلى الإختلافات في أبعاد الهيكل العظمي حيث يكون في الذكر أكبر من الأنثى ويصبح ذلك واضحاً بعمر 6 – 8 أسابيع. زيادة كتلة العضلات تتناسب مع زيادة حجم الهيكل العضمي، ولكن من وجهة نظر علمية الزيادة في طول العظام وعمقها يتناسب مع الزيادة في عضلة الصدر وهذا يعود إلى الإختلافات الجنسية بين الذكر والإنثى. من وجهة نظر تشريحية دقيقة فإن طول العضلات في الذكر أطول منها في الأنثى بسبب إحتواء عضلاتها (الأنثى) على ساركومير sarcomeres (وحدة تقلص العضلات) أكثر على طول عضلاتها. على النقيض من ذلك فإن قطر كل ليفة عضلية ليس هو العنصر الرئيسي الذي يؤدي إلى الإختلافات الجنسية في حجم الجسم. أما الإختلافات الجنسية في فروج اللحم تشبه الإختلافات الجنسية في الرومي لذلك فأن الإختلافات الجنسية في وزن الجسم بين الذكر والأنثى تظهر بعمر مبكر. والإختلافات الجنسية لوحظت بوقت مبكر عند عمر 7 أيام، والذي يشير إلى أن الفرق في معدل النمو المبكر بين الجنسين لا يرتبط بالأحداث الهرمونية التي تؤدي إلى النضج الجنسي، إضافةً إلى إن نمو العظم في الذكور يستمر لفترة أطول مما هو عليه في الإناث ولكن العلاقة الدقيقة بين الأحداث الصمية المترافقة مع النضج الجنسي وعملية التعظم ossification لم توضح لحد الآن.

شكل 16. ذكور الدجاج تكون أكبر حجماً من الإناث .

شكل 17. ذكور الرومي تكون أكبر حجماً من الإناث .

تفوق ذكور فروج اللحم في معدلات النمو يتطلب معدلات استهلاك علف مرتفعة كما إن الذكور تستخدم هذا العلف بكفاءة أكبر مقارنةً بالإناث. إن الإختلافات في استهلاك العلف وكفاءة الإستفادة منه بين الذكور والإناث تعود إلى كمية الدهن المترسب. بالرغم من أن الذكور ترسب دهن أكثر في الذبيحة على أساس مطلق absolute basis، فإن الأناث ترسب دهن أكثر نسبياً في النسيج الدهني adipose tissue.

وبسبب كون الطاقة الموجودة في الدهن عالية، فأن إناث فروج اللحم والرومي تستهلك علف أكثر من الذكور لتكون نفس كتلة الجسم للذكور. بالرغم من إن هنالك إختلافات حاصلة بين الجنسين في تركيب الأنسجة إلا أن لا ناتج الذبيحة الكلي النسبي ولا ناتج قطعة الصدر النسبي لذكور وإناث فروج اللحم تختلف بدرجة كبيرة بين الجنسين.

السمان الياباني ودجاج غينيا:

بعكس الإختلافات بين الجنسين التي وجدت في الدجاج والرومي والطيور المائية فأن الحجم الأكبر للجسم يكون للأنثى في كل من دجاج غينيا والسمان الياباني (الشكلين 18 و 19). في كلا النوعين تكون الإناث أكبر حجماً من الذكور عند النضج الجنسي ، ولكن في السمان الياباني يكون الفرق في وزن الذبيحة قليل جداً مقارنةً بالفرق في وزن الجسم الحي. معظم الفرق في وزن الجسم لذكور وإناث السمان الناضجة، لذلك يعزى إلى الكتلة الكبيرة للجهاز التناسلي للأنثى. وعلى النقيض من الرومي والدجاج، فلا يبدو أن الجنس يغير من نمو العظام الطويلة وبالنتيجة لا يغير من حجم العضلة أو ترسب الدهن في هذه الأنواع.

أما في دجاج غينيا فالإناث تكون أكبر من الذكور ولكن هذا الفرق في حجم الجسم يظهر بعمر (12 – 14) أسبوع، أي عدة أسابيع قبل النضج الجنسي. التفاصيل عن حجم الهيكل العظمي غير متوفرة حالياً، ولكن الملاحظة بأن عضلة الصدر تكون أكبر في الإناث غير الناضجة جنسياً ربما تشير إلى إن الهيكل العظمي للأناث أكبر مما هو عليه في الذكور. إناث دجاج غينيا، كما هو الحال في الدجاج والرومي، ترسب مقدار أكبر من الدهن في ذبائحها خلال فترة النمو قبل بلوغ النضج الجنسي.

الخصي Caponization:

ذكر الطيور الذي تزال منه خلايا الخصية يسمى capon، كان الإعتقاد عند الصينين القدماء والإغريق والرومان بأن الخصي يؤدي إلى تحسين النمو عند الذكر، حيث كان الإعتقاد السائد إن النمو سوف يكون أسرع وأن فترة النمو سوف تكون أطول في الذكور المخصية من غير المخصية، وإن إنتاج اللحم يكون أكثر كفاءة في الذكـور المخصيـة وكـذلك يصبـح الذكـر

شكل 18. إناث دجاج غينيا تكون أكبر حجماً من الذكور.

شكل 19. في طيور السمان تكون الإناث أكبر حجماً من الذكور.

المخصي أكثر سمنة من الذكر غير المخصي. على أية حال ليس هنالك بيانات تبرهن أي من هذه الإعتقادات وإن هذه الإعتقادات استمرت في معظم مناهج الدواجن العامة والدوريات المنشورة في هذا القرن. ولكن هذه المعتقدات قد دحضت من قبل Landouer (1937)، الذي برهن على إن أطوال عظام الديك المخصي متطابقة مع أطوال عظام الديك غير المخصي. وبما إن حجم الهيكل العظمي هو العامل الأكثر أهمية الذي يحدد وزن الجسم، فليس غريباً إن يكون وزن جسم الديك المخصي لا يختلف عن وزن الديك غير المخصي بعمر 32 أسبوع. كذلك لم تظهر البيانات التي سجلت عن مكونات اللحم وكفاءة التحويل الغذائي تفوقاً للديكة المخصية، كذلك نوعية اللحم من حيث العصيرية والطراوة ودرجة الذبيحة لم تظهر تحسن يعقب الخصي بالرغم من إن تركيز الدهن في الديكة المخصية أكثر منه في الديكة غير المخصة.

إذا كان الإستنتاج القائل بأن الديكة المخصية ترسب دهن أكبر من غير المخصية مقبولاً، مع ذلك فأنه من الصعب التوفيق مع الإستنتاج العام القائل بأن كفاءة التحويل الغذائي لا تختلف في الحالتين وإن الذكور السليمة والمخصية تنتج لحم بكمية متساوية.

لم تحصل دراسة مكثفة لفاعلية خصي الطيور الداجنة مثلما هو في ديكة الدجاج، فقط هنالك بعض البيانات فيما يتعلق بالديك الرومي. عموماً فأنه لا نوعية اللحم أو صفات الإنتاج مثل معدل النمو وكفاءة التحويل الغذائي تتغير نتيجة لخصي ذكور الرومي toms ولهذا فأن هذا التطبيق لم يؤيد بمؤشر اقتصادي.

الأشكال الهرمونية والصفات الجنسية الثانوية خلال فترة النمو:

إكتساب الصفات الجنسية الثانوية في الطيور الناضجة جنسياً تتكون نتيجة تأثير إفراز الهرمونات من الخصية والمبيض وهذه الهرمونات تنظم عن طريق إفراز الهرمونات المغذية للمناسل gonadotrophin من الفص الأمامي للغدة النخامية والهرمون المحرر للهرمونات المغذية للمناسل GnRH من تحت المهاد. إفراز الهرمون المغذي للمناسل في الطيور عادةً يقاس على أساس هرمون الـ LH.

إفراز الـ LH من الفص الأمامي للغدة النخامية يحفز على إنتاج الإندروجين من خلايا ليدج في الخصية، وكذلك يحفز على إنتاج البروجسترون، الإندروجين والإستروجين من خلايا القراب والخلايا الحبيبية في المبيض. عندما يزداد وزن الجسم يزداد تركيز الـ LH في كلا الجنسين. في الإناث قمة إفراز الـ LH لوحظت بفترة 2 – 5 أسابيع قبل بداية وضع البيض، في حين إن أعلى مستوى من تركيز الـ LH ظهر بعد بلوغ النضج الجنسي في الذكور. تراكيز الاندروجين في الإناث غير الناضجة جنسياً ترتفع تدريجياً بثبات لعدة أسابيع قبل بداية وضع البيض. ولكن في الذكور هذا الإنتاج يتزامن مع تطور عملية تكوين الحيامن ونمو أنسجة الخصية. زيادة الإندروجين

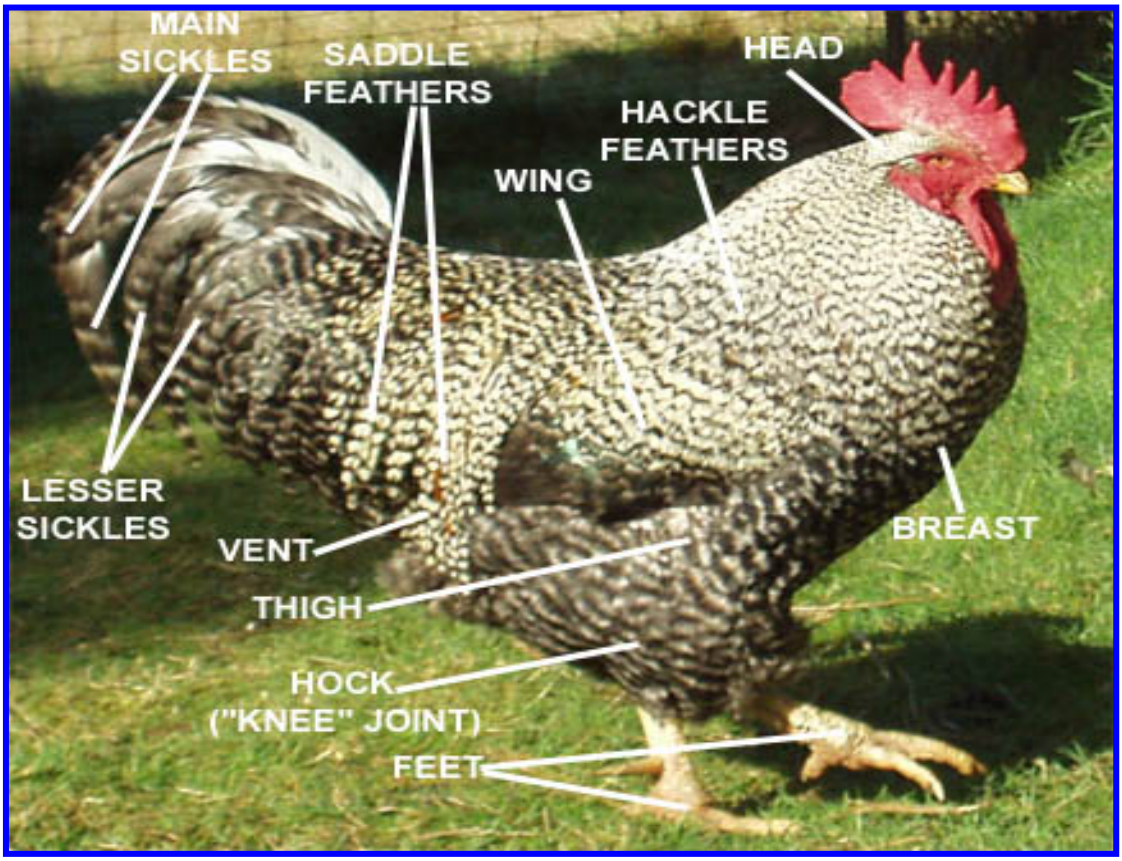
في كلا الجنسين يؤدي إلى تطور العرف. في الإناث تركيز الإستروجين في بلازما الدم يبدأ بالإرتفاع في نفس الوقت مع الإندروجين، ولكن على النقيض من الإندروجين، فإن أعلى تركيز للإستروجين يظهر خلال 3 – 5 أسابيع قبل بداية فترة وضع البيض. إن تركيز البروجسترون يبقى عند المستويات الأساس basal levels لغاية أسبوع واحد قبل بداية وضع البيض، عندما يزداد الإنتاج بشكل كبير إلى المستويات التي يتصف بها الدجاج البياض.

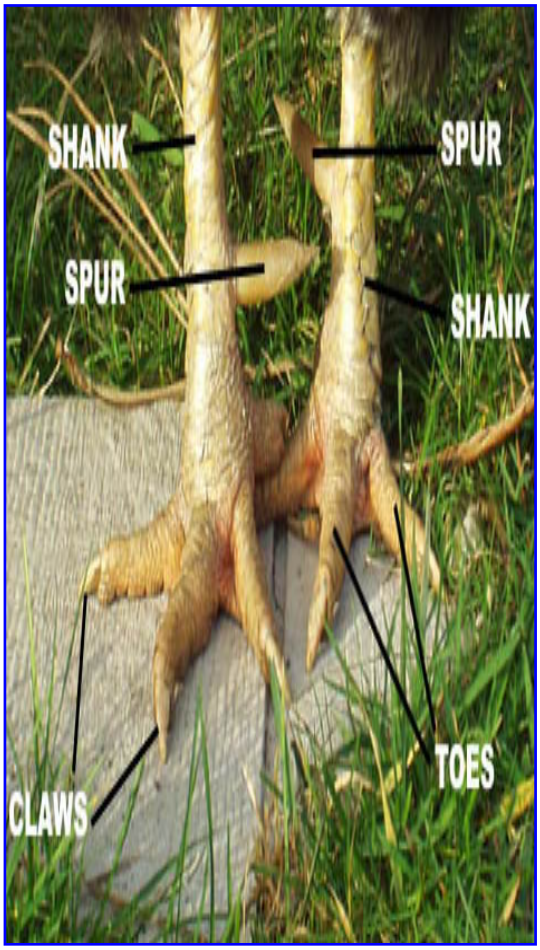
في كل مرحلة من مراحل النضج الجنسي فإن إنتاج الهرمونات يعتمد على التداخل بين عمل كل من تحت المهاد والغدة النخامية وستيرويدات المناسل، وهذا التداخل يتغير خلال النضج. ففي الذكور ارتفاع تركيز الـ LH في البلازما الذي يترافق مع النضج الجنسي هو نتيجة للفقدان التدريجي في قابلية الاندروجينات لتثبيط إفراز الـ LH من الغدة النخامية. أما في الإناث فإن إفراز الـ LH يثبط قبل 3 – 5 أسابيع من بداية وضع البيض وذلك لأن التركيز المرتفع من الاستروجين في هذا الوقت يؤثر سلبياً على إفراز الـ LH. في هذه الحالة تصبح الغدة النخامية قليلة الحساسية إلى التحفيز بواسطة GnRH عندما تقترب الأنثى من الوصول إلى النضج الجنسي. إن النضج الجنسي في الأنثى يتوافق مع زيادة قابلية البروجسترون في تحفيز إفراز الـ LH. هذه الزيادة في قدرة البروجسترون على تحفيز إفراز الـ LH قد أفترض بأنها مسيطر عليها من قبل تحت المهاد عن طريق إفراز الـ GnRH. خلال موجه surge إنتاج الاستروجين قبل البلوغ الجنسي، فإن قابلية محور تحت المهاد – النخامية على إفراز الـ LH إستجابة للبروجسترون تنخفض لغاية الوصول إلى مرحلة البلوغ.

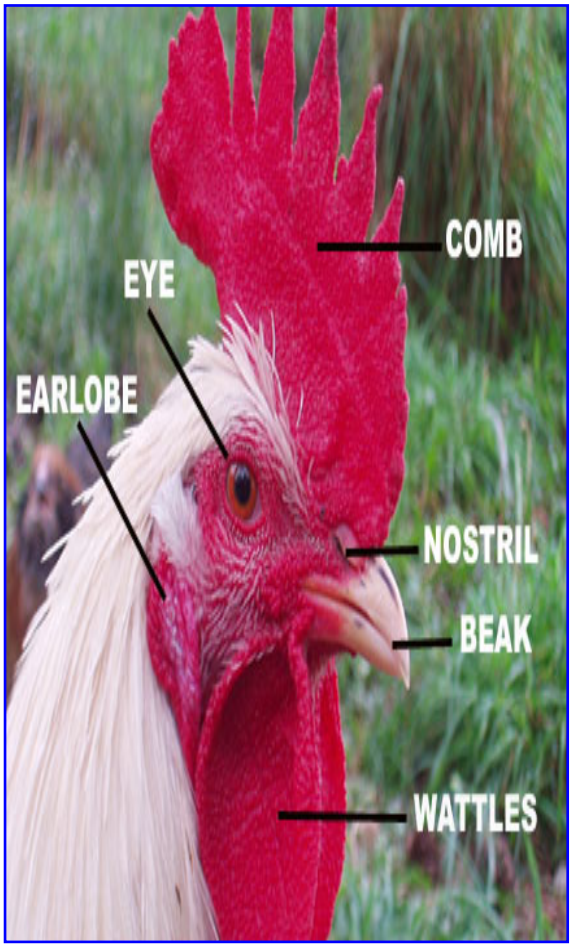
الصفات الجنسية الثانوية:

تطور الصفات الجنسية الثانوية تعتمد على إنتاج كلاً من الإستروجين والإندروجين، فالإندروجين يكون مطلوباً لتحفيـ ـ ـز نمـ ـو العرف والدلايات في الديكة ونمو قلنسوة رأس head furnishing ذكر الرومي (الأشكال 20 و 21 و 22 و 23). كذلك تكون مسؤولة عن التعبير الكامل عن الصوت المميز للديكة، وذكر الرومي وباقي ذكور الطيور الداجنة، بالرغم من أن الذكور المخصية والإناث المستذكرة masculinized female سوف تقوم بعدة محاولات لتقليد الذكر.

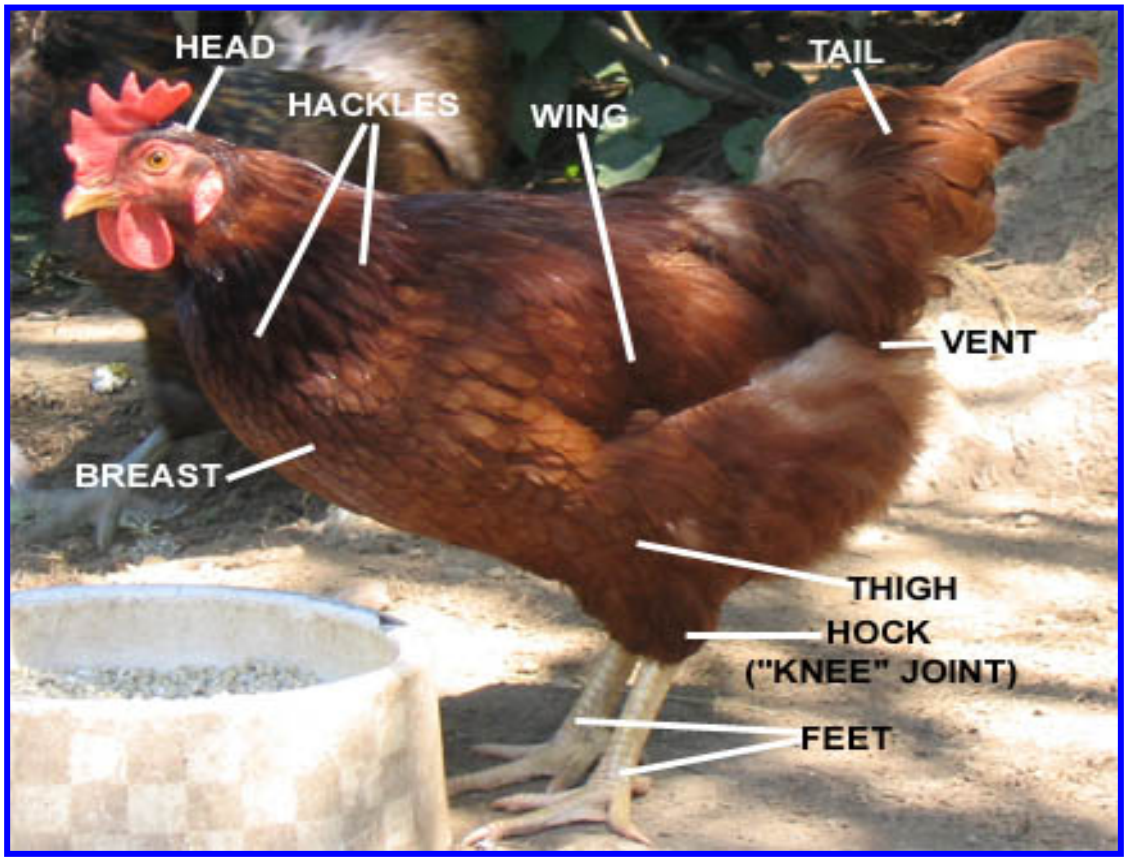
في غياب الاندروجين والاستروجين من الخصى والمبايض فإن الإناث مستأصلة المبايض Poulard والذكور المخصية capon سوف تنتج شكل ولون ريش يماثل ذلك في الذكور. حيث إن شكل ولون ريش الأنثى يعتمد بصورة رئيسية على الإستروجين حيث إنـه يختلف في الطول والإلتفاف عن ريش الذكر، كذلك يختلف في شكل الريش في منطقة السرج والذيل.

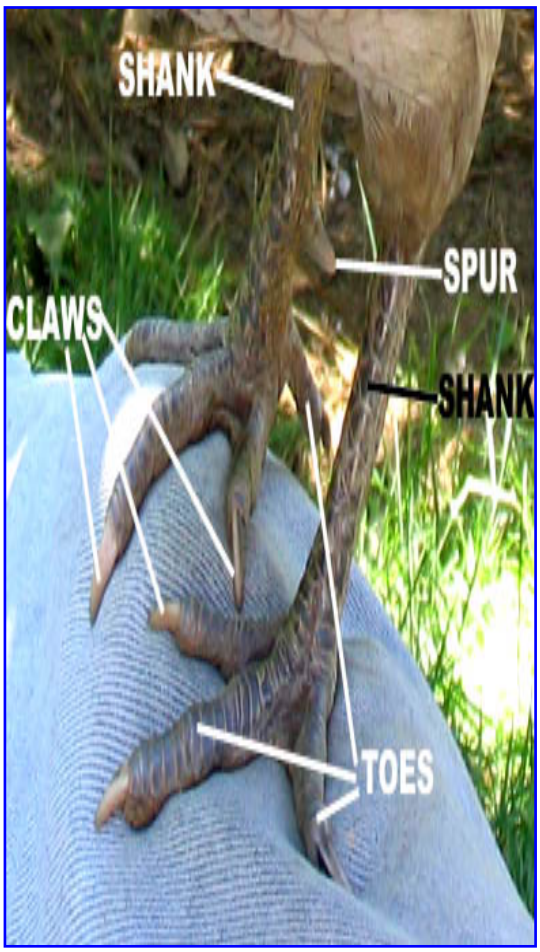


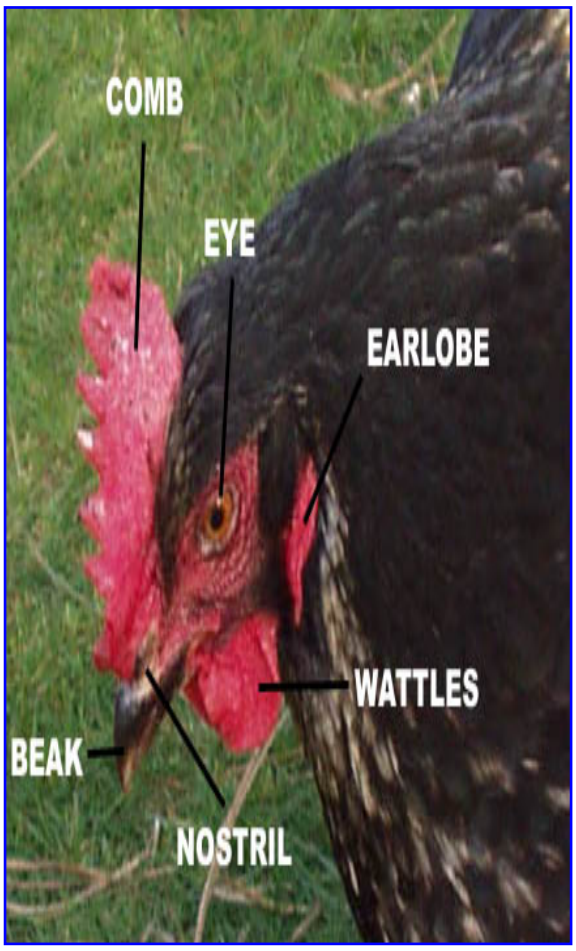




شكل 20. المظهر الخارجي للديك.







شكل 21. المظهر الخارجي للدجاجة.

يكون المهماز spur أكبر وأطول في الذكور عنه في الإناث بالنسبة للدجاج (الشكلين 20 و21)، وهذا الإختلاف يكون أكثر وضوحاً خلال السنة الأولى بعد النضج الجنسي. إن نمو المهماز يتأثر بإفرازات كل من (الخصية والمبيض) ويكون نموه محدد بالتركيب الوراثي الجنسي للطير. في الإناث، إن ترسيب العظم النخاعي medullary bone وإنتاج أسـ ـلاف مح البيـ ـ ـ ـض egg yolk precursors بواسطة الكبد كذلك هي تأثيرات ثانوية لإنتاج الاستروجين.

التغيرات في التطور الجنسي:

نتيجة التزاوج بين الإناث والذكور ربما يؤدي إلى ظهور أفراد ذات مظهر غير مرغوب فيه. ففي القرن التاسع عشر جادل البايلوجيون عن إمكانية إن يجعلو الديك قادر على وضع البيض. والمراجع العلمية المأخوذة من النصف الأول للقرن العشرين أعادت دراسة الطيور الخنثى أو الطيور ذات الإنعكاس الجنسي التلقائي Spontaneous sex reversal.

ففي أغلب حالات الإنعكاس الجنسي التلقائي يتغير المظهر الخارجي فقط، بالرغم من إنه في بعض الحالات قد ذكر بإن الإناث أصبحت ذكور فعالة functional males وأنجبت نسـ ـل sired offspring. عموماً فأن الإنعكاس الجنسي التلقائي قد وصف كنتيجة لظروف مرضية والتي تسبب ضمور المبيض الأيسر. أما الباقي من أنسجة اللاب في المبيض الأيمن فتتكاثر بغياب النسيج القشري وتبدأ التراكيب الشبيهة بالخصية testes – like structures بالتكون والتي تحتوي عادةً على كل من النسيج المبيضي المشتق من القشرة والنسيج الخصوي المشتق من اللاب.

الخصى المبيضية Ovtestes التي تتكون بعد ضمور المبيض الأيسر تكون فعالة من ناحية إنتاج الستيرويدات steroidgenically functional ولذلك يفترض بأنه ذات مظهـ ـر ذكري male phenotype. في معظم الحلات، لا تحدث عملية تكوين الحيامن spermatogenesis نظراً لأن المبيض الأيمن يحتـ ـ ـ ـ ـ ـوي على عـ ـ ـدد قليل جداً من الخلايا الجرثومية الأبتدائية primordial germ cells بعد الأسابيع القليلة الأولى من حياتها. حتى الآن، لم يتم ذكر حالة الإنعكاس الجنسي التلقائي من الذكور للإناث.

الأفتتان fascination بالتفريق الجنسي sexual differentiation وإغراء allure التطبيق التجاري للإنعكاس الجنسي قد أستمر خلال القسم الأخير من القرن العشرين. بالرغم من أن توحيد الفرضية التي تصف كيف أن المعلومات المحولة encoded على الكروموسومات Z و W تترجم في رسالة فسلجية physiological massage توجه التطور إلى ذكر أو أنثى لم يظهر لحد الآن، فإن التقنيات المختلفة التي تغير التفريق الجنسي sexual differentiation تبرر الأهتمام بالموضوع. خط الدجاج والذي تحدث فيه حالة تثلث الصبغيات triploidy تحدث بصـ ـورة متكـ ـ ـ ـررة كـ ـ ـ ـ ـذلك ينتج عدد كبيـ ـ ـ ـ ـ ـر من الفسيفساء mosaics لأحـ ـ ـ ـادي

شكل 22. المظهر الخارجي لذكر الديك الرومي.

شكل 23. المظهر الخارجي لأنثى الرومي.

الصبغيات haploid/ثنائي الصبغيات diploid وثنائي الصبغيات/ثلاثي الصبغيات. إذا ما وجد الكروموسوم W في أي من مكونات هذه الفسيفساء، فإن الطير سوف يتخنث feminized، والذي يشير إلى إن الكروموسوم W يمنح إشارة قوية التي تبدأ التفريق إلى مظهر الإنثى female phenotype. عندما تبتدع أوهام chimeras ثنائي الصبغيات الذكر – الأنثى male – female diploid، من ناحية ثانية، فإن التفريق الجنسي يبدأ طبيعياً في الذكور التي تحمل نسبة كبيرة من الخلايا الأنثوية. دور الكروموسوم W في التفريق الجنسي يمكن أن يقيّم بفعالية أكبر بكثير إذا كان بالإمكان تحديد الدجاج ZO. هذه الحقيقة والتي لم تلاحظ حتى الآن بالرغم من أن البحوث الواسعة بإستخدام علم الخلية التقليدي classical cytology والمجسات الجزيئية molecular probes تشير إلى أن الكروموسوم W يعتبر أساسي عندما نسخة واحدة فقط من Z تكون موجودة.

إلى حد ما، التخنث feminization يكون بسبب إنتاج الاروماتيز aromatase مبكراً خلال التطور، والذي يؤدي إلى إنتاج الاستروجين والذي يعزز بالتالي تفريق الأنسجة إلى مظهر الأنثى. إعطاء الاستروجين للأجنة الذكور وراثياً genetically male embryos خلال الأيام الخمسة الأولى من التطور سوف يؤنث أعضاء التناسل الخارجية external genitalia للأفراخ عند الفقس، بالرغم من إنها سوف تفقد مظهرها الأنثوي خلال الأسابيع القليلة الأولى من التطور بعد الفقس. بالرغم من أن هذه الذكور تمتلك صفات جنسية ذكرية ثانوية طبيعية كما في الذكور الناضجة، فإنها لا تنتج سائل منوي. من المفيد ملاحظة بأن الإناث الأصلية genetic female التي تعطى جرعة متساوية من الاستروجين خلال التطور الجنيني تحتفظ بمظهرها الأنثوي خلال فترة التطور قبل وبعد الفقس ولكنها لا تقوم بإنتاج البيض كما هو الحال في الدجاج البالغ. ومن المفيد أيضاً ملاحظة بإن معدل النمو للأفراخ الصغيرة يعتمد بشكل كامل على جنسها المتعلق بتركيبها الوراثي genotypic sex.

إنتاج الاروماتيز خلال الفترة الحرجة من التطور يمكن أن يثبط من خلال إعطاء مثبطات الاروماتيز المتخصصة. الأجنة الاناث المعاملة بمثبطات الاروماتيز خلال الأيام القليلة الأولى من الحضانة سوف تتطور إلى ذكور من الناحية المظهرية phenotypic males خلال كلاً من التطور الجنيني وتطور ما بعد الفقس. بالرغم من إن هذه الذكور تكون طبيعية من الناحية المظهرية، وتبدأ عملية تكوين الحيامن فيها، فلم يلاحظ حتى الآن بإنها يمكن إن تكون خصبة fertile. إذا ما تم خلط خلايا الذكور والإناث في عملية التطور المبكرة، من ناحية ثانية، فإن خلايا الإناث وراثياً genetically female cells يمكن إن تدخل عملية تكوين الحيامن وأن طلائع النطف spermatids التي تحمل الكرموسوم Z يمكن أن تصبح نطف فعالة. طلائع النطف التي تحمل الكروموسوم W، من ناحية ثانية، يظهر بإنها غير فعالة.

إزالة المبيض الأيسر خلال أول أسبوعين بعد الفقس يوجه التفريق الجنسي وجهة جديدة لإنتاج ذكور من الناحية المظهرية phenotypic males. هذه الطيور تظهر درجات متباينة من تطور الخصية وتطور صفات جنسية ثانوية ذكرية طبيعية. إذا لم تنضب مجاميع الخلايا الجرثومية الأبتدائية primordial germ cells، فإن عملية تكوين الحيامن تبدأ في محيط الخصية، بالرغم من إن الذكور الخصبة fertile males لم تتطور من الإناث مزالة المبيض الأيسر.

أنظمة التغذية للحصول على تكاثر أمثل:

إن بداية النضج الجنسي وما يتبعها من عدد البيض المنتج يتأثر بمقدار الغذاء المستهلك خلال فترة النمو. تقنين استهلاك البروتين و / أو الطاقة قبل النضج الجنسي وبداية إنتاج البيض يؤدي إلى زيادة عدد البويضات التي تعبأ في البيض الكامل خلال دورة وضع البيض. بالرغم من أن نمو إناث أمهات فروج اللحم يقنن روتينياً لتحسين إنتاج البيض، فإن تقنين استهلاك الطاقة لإناث أمهات فروج اللحم المنتجة للبيض والقزمية ربما يحسن كذلك الأداء اللاحق في مساكن الإنتاج. تأخير بداية إنتاج البيض كذلك يقلل من عدد البيض الصغير الذي يكون غير مرغوب في كل من أسواق بيض المائدة وبيض التفقيس. الميكانيكيات الفسلجية المسؤولة عن زيادة إنتاج البيض عندما يتم تحديد استهلاك العناصر الغذائية غير معروفة ولكن ربما لها علاقة بالملاحظة بأن تراكيز الـ LH في البلازما تكون منخفضة في الدجاج المغذى تغذية حرة خلال فترة التربية. بالرغم من تحفيز مغذيات المناسل المنخفض، فإن إناث أمهات فروج اللحم المغذاة تغذية غير مقننة تحتوي على عدد أكبر معنوياً من الحويصلات المحية الصفراء في تسلسها المبيضي ovrian hierarchy مقارنة بنظيراتها المغذاة تغذية مقننة. على النقيض من ذلك، فإن الدجاج الذي يحتوي على تراكيز عالية من الـ LH في البلازما بين فترة الفقس والنضج الجنسي قد أعتبر كدجاج بياض أكثر إنتاجاً prolific layers. إلى حد ما، فإن هذه النتائج المتناقضة ربما لها علاقة بتركيب الجسم body composition، نظراً لأن كثير من الباحثين قد أيدوا دور نسيج الجسم اللحمي lean body tissue ومحتوى الدهـ ـن fat content في السيطرة على بداية إنتاج البيض. من الواضح أن معلومات إضافية تكون مطلوبة فيما يتعلق بتأثير النمو وتركيب الجسم على النضج الجنسي.

العلاقات المتبادلة بين النظام الغذائي والأداء التناسلي تتفاقم عندما تغذى إناث أمهات فروج اللحم تغذية حرة غير مقننة. إناث أمهات فروج اللحم سوف تصل وزن النضج mature weight بمستوى 5 كغم وتبدأ إنتاج البيض بعمر 22 أسبوع تحت أنظمة التغذية الحرة *ad libitum*. تقنين استهلاكها للعلف قبل النضج الجنسي إلى المستويات الموصى بها من قبل شركات الأصول primary breeding companies سوف يقلل وزن الجسم إلى 3 كغم تقريباً ويزيد عمر بداية إنتاج البيض لحد عمر 24 أسبوع. تقليل استهلاك العلف من قبل أمهات فروج اللحم يزيد كذلك من

إنتاج البيض القابل للحضن settable، يحسن الخصوبة والفقس ويقلل من عدد البيض المشوه defective egg المنتج. بينما التداخلات الفسلجية التي تسرع من بداية النضج الجنسي وتتداخل مع إنتاج البيض الطبيعي normal eggs في الطيور ذات الأوزان الزائدة overweight birds غيـ ـر واضحة، فإن الإدارة الناجحة لقطعان أمهات فروج اللحم تعتمد على الفهم الواقعي pragmatic understanding لهذه العلاقات.

عن طريق مقارنة الدجاج الذي تكون فيه بلازما الدم ذات تركيز عالي من الـ LH بين فترة الفقس وحتى النضج الجنسي نجد أنها تنتج بيض ذا قابلية إخصابية جيدة، هذا التناقض في النتائج ربما ينسب إلى تركيب الجسم، هذا التنوع يعزى أيضاً إلى دور الأنسجة اللحمية والدهنية في الجسم. وتستخدم أنظمة التغذية أيضاً في تحديد بداية وضع البيض، وهناك علاقة تداخل بين نظام التغذية وحالة التكاثر قد أثيرت عند مربي أمهات فروج اللحم حيث حصلو بواسطة نظام التغذية غير المحدد على وزن أكثر من 5 كغم عند النضج الجنسي، وكذلك كانت بداية وضع البيض عند عمر 22 أسبوع.

الفصل التاسع

التغذية، استهلاك العلف والتناسل

التغذية، استهلاك العلف والتناسل
Nutrition, Food Consumption and Reproduction

جاء تطور أنظمة تغذية الدواجن المتطورة والمعقدة نتيجة لتراكم المعلومات من الأبحاث المجراة على متطلبات الدواجن. في وحدات الإنتاج التجارية فأن تكوين العلائق مصممة لزيادة الربح بواسطة التوازن بين القابلية البايولوجية للسلالات الحديثة والكلفة التي تستغل هذه القابلية البايولوجية.

لا يتناول هذه الفصل الوصف التفصيلي للأعلاف وأنظمة التغذية والتداخلات العديدة الناتجة من التغيير في تركيب العليقة ولكن سوف يتناول التأثيرات العميقة على تناسل أمهات فروج اللحم خلال الاستهلاك الزائد للعلف وخلال سحب العلف لتحفيز حدوث القلش وكذلك التصويم الإرادي المترافق مع الرقاد.

المتطلبات الغذائية Nutrient Requirements:

تعتمد المتطلبات الغذائية على العمر، النوع، الوضع الصحي، درجة الحرارة، الجنس والوضع التناسلي. وعلى العموم فأن المتطلبات الغذائية للدجاج والعناصر الغذائية المطلوب تزويدها في كل مرحلة معروفة ويمكن الحصول عليها من الجداول المنشورة في الـ NRC ومن شركات تربية الدواجن الرئيسية.

عند سد الاحتياجات الغذائية للطيور عن طريق استخدام المكونات العلفية الاعتيادية فأن كل المتطلبات الغذائية المتبقية من الأحماض الأمينية والدهنية ستكون عادةً مقبولة. وليس ضرورياً توفير هذه العناصر الغذائية بصورة خاصة للتناسل، بالرغم من إن بدء وضع البيض يترافق مع الزيادة الكبيرة في استهلاك الطاقة، البروتين والكالسيوم لدعم ترسيب الصفار، الألبومين والقشرة. كذلك يزداد استهلاك الأحماض الأمينية المحددة والفسفور والصوديوم والكلور بصورة مماثلة لسد متطلبات تكوين البيضة.

يكون الاهتمام بالمتطلبات الغذائية للذكور قليلاً مقارنةً بالإناث حيث إن من الشائع تقديم علائق للذكور هي في الواقع تسد الاحتياجات الغذائية للإناث، وعلى سبيل المثال فعند تزاوج قطعان الأمهات طبيعياً فأن الذكور تستهلك نفس عليقة الإناث. وعلى العموم فأن الدجاج يأكل ليسد احتياجاته من الطاقة ولذلك فسوف تستهلك الذكور كميات من الكالسيوم والبروتين بمعدل يفوق متطلباتهم الأيضية مما يؤدي إلى إلى إن العمليات الأيضية للذكور تبدأ بزيادة تركيز حامض البوليك Uric acid في بلازما الدم، وهذا ما يسبب، في بعض الحلات، ضعف مرضي في المفاصل ناجم عن حدوث النقرس المزمن Chronic gout. نسبة الذكور التي تقذف سائل منوي إستجابةً لعملية المساج البطني تزداد بدرجة

كبيرة عندما يكون استهلاك البروتين بمقدار 10 غم / يوم، والذي يشكل تقريباً نصف الاستهلاك المتوقع من ذكر يستهلك عليقة خاصة بالدجاج البياض.

بالرغم من التأثيرات الضارة نتيجة زيادة استهلاك البروتين على تركيز حامض البوليك في بلازما الدم والانخفاض المرافق له في نسبة الذكور التي تكون فيها عملية تكوين النطف Spermatogenesis فعالة، إلا أن صفات السائل المنوي للذكور الإنتاجية لم تتأثر نسبياً بالبروتين المستهلك بسبب أن الذكور التي تستهلك مقدار منخفض من البروتين تنتج قذفات بتكرارات أكبر. من ناحية ثانية، فأن عمر النطف الناتجة يتجاوز بدرجة كبيرة ذلك الذي للذكور التي تستهلك مقدار أكبر من البروتين.

يمكن سد احتياجات العناصر الغذائية النادرة عادةً عن طريق إضافة مقادير من الفيتامينات والمعادن التي تلائم الاحتياجات وبدون الإعتماد على المكونات الداخلية للمواد العلفية، بسبب أن تيسرها، عندما ترتبط بالمركبات العضوية المعقدة من مصدر نباتي، يكون مجهول عموماً.

على العموم فأن معدلات إدخال هذه المركبات تزداد أو تدام على نفس المستوى بعد توقف النمو وبدأ إنتاج البيض، لضمان ترسيب كميات كافية من العناصر الغذائية النادرة في البيض لتدعيم النمو الجنيني. النقص في هذه العناصر الغذائية يكون واضحاً بصورة نموذجية من خلال الهلاكات التي تحدث في منتصف التطور الجنيني.

توفير العناصر الغذائية Provision of Nutrients:

في العلائق الاعتيادية الحاوية على كثافة مثالية من العناصر الغذائية، فأن الدجاج البياض سوف يتناول طوعاً كميات مناسبة من العلف، بينما يتناول فروج اللحم كميات تفوق إحتياجاته الغذائية عند التغذية الحرة *ad libitum*. إن الطاقة الفائضة المتناولة من قبل أمهات فروج اللحم المعطاة عليقة غير مقننة سوف تترسب على شكل دهن بطني، دهن الكبد hepatic lipid وتطور مبيضي مفـرط excess ovarian development. وبذلك، فأن الدجاج يصبح سمين وتنخفض كفائته التناسلية بحوالي 40%. في الذكور فأن التغذية غير المقننة تترافق مع سمنة الذكور والتي تؤدي إلى تطور تشوه القدم والمفاصل وضمور الخصى. ويؤدي توافق ضعف المفاصل والسمنة إلى إنخفاض التزاوجات الناجحة (بالرغم من عدم تغير حالات تكرار التزاوج) وبالتالي ضعف الخصوبة في القطعان التي تستهلك ذكورها كميات فائضة من العلف وخاصةً بعد وصولها عمر 50 أسبوع.

يمكن سد الإحتياجات الفسلجية للإدامة والتناسل من العناصر الغذائية بدون ترسيب الطاقة الفائضة على شكل دهن عن طريق توفير كميات كبيرة من العلف المنخفض في تراكيزه من العناصر الغذائية أو توفير كميات قليلة من العلف مع زيادة تراكيزه من العناصر الغذائية. من الناحية العملية، العلائق التي تحتوي على تراكيز معتدلة من العناصر الغذائية تكون أقل كلفة من حيث تكوينها، لذلك،

فأن مقادير معتدلة من العلف يتم توزيعها عادةً على أمهات فروج اللحم، وذلك لصعوبة أختيار الطريقة المثلى لتقنين العناصر الغذائية في أمهات فروج اللحم. ويعتمد أكثر المربين على خبراتهم العلمية الآتية من الدراسات التي استخدمت تقنين استهلاك العلف نسبةً إلى الاستهلاك الطوعي. حيث عندما يراد تجنب التأثيرات السلبية لسرعة النمو، زيادة حجم الجسم، زيادة ترسيب الدهن على إنتاج البيض والخصوبة فلا بد من تقنين العلف المستهلك بمقدار 50 – 60% من الاستهلاك الطوعي أبتداء من عمر 4 أسابيع تقريباً وحتى الوصول إلى النضج الجنسي. ويمكن تقنين استهلاك العلف عن طريق توفير العلف بين يوم وأخر أو عن طريق إعطاء حصة غذائية مناسبة في كل يوم.

يعتمد نجاح تقنين العلف الفيزياوي على سرعة توزيع العلف خلال القاعة والمسافات المناسبة بين المعالف لتوفير العلف لكل الطيور في نفس الوقت. عند غياب المسافات المناسبة بين المعالف سوف يؤدي ذلك إلى إن الطيور القوية هي فقط التي تأكل وهذا يؤدي إلى ظهور طيور سمينة بشكل مفرط وأخرى ضعيفة بشكل مفرط أيضاً في القطيع. في القطعان التجارية فأنه يمكن الإستدلال على ذلك من خلال معرفة تجانس أوزان القطيع uniformity of body weight والتي تكون في الظروف المثالية حوالي 85% من الطيور تمتلك ± 10% من متوسط وزن الجسم للقطيع، ولذلك فأن توفير مثل هذه الظروف في التربية الحديثة لأمهات فروج اللحم يتطلب تطوير أنظمة توزيع علف ذات سرعات عالية لتنظيم استهلاك العلف بين طيور القطيع.

يمكن استعمال استراتيجية بديلة للسيطرة على وزن الجسم في أمهات فروج اللحم عن طريق توفير علائق مالئة Bulky feeds والتي تمنع الاستهلاك الفائض من العلف. تكون هذه العملية فاشلة من الناحية العملية بسبب عدم إمكانية توفير تسهيلات لاستعمال هذه العلائق كما أن تنفيذها يكون مكلف جداً، لذلك يجب توفير وسائل تسد جوع أمهات فروج اللحم وتديم وزن الجسم الأمثل للأداء التناسلي وتلبي احتياجات كافة الطيور في قطيع الأمهات.

أدى زيادة وزن الجسم والشهية المفرطة لذكور أمهات فروج اللحم إلى وجود أنظمة إدارة معقدة لمحاولة الموازنة بين القوى الموازنة للعداء opposing forces of aggression، الإختلاف الجنسي sexual dimorphism؛ الجوع والسلوك الجنسي.

عند استخدام عليقة موحدة مقننة في القطعان الحاوية على الذكور والإناث فأن الذكور الجائعة هي فقط التي ستكون سائدة على المعالف، وهذا ما سيؤدي إلى تناولها كميات من العلف أكثر من الكمية المحددة لها واستهلاكها كميات فائضة من الطاقة والبروتين مما ينعكس سلباً على أدائها التناسلي. ويمكن التخلص من الاستهلاك الفائض من قبل الذكور عن طريق وضع نظامين لتوزيع العلف أحدهما للذكور والآخر للإناث، وصممت أنظمة التغذية المنفصلة عن طريق وضع شبكة صغيرة fine grills على معالف الإناث بحيث لا تستطيع الذكور إدخال رؤوسها فيها مع رفع معالف الذكور لمنع الإناث من الوصول إليها.

يظهر من الملاحظات الحقلية إنه من الصعوبة توفير علف كافي في وقت واحد ليلائم بشكل متزامن إشباع ذكور أمهات فروج اللحم الجائعة، بدء النضج الجنسي وإدامة رغبتها في التزاوج مع المحافظة على وزن جسم مناسب لمنع تشوه المفاصل والزيادة المرافقة في تكرار التزاوجات غير الناجحة. عندما يتم تطبيق التلقيح الاصطناعي على المستوى التجاري فأنه يمكن إدارة الذكور بصورة منفصلة للحصول على الإنتاج الأمثل للسائل المنوي والتخلص من مشاكل التزاوج الطبيعي. في هذا الوقت، فأن الأرتباط السالب بين حجم الجسم الكبير والأداء التناسلي سوف يستمر في تحدي مهارات المنتجين الذين يقومون بإدارة قطعان أمهات فروج اللحم التي تتزاوج طبيعياً.

القلش المحث Induced Molting:

تبدل العديد من الطيور غير الداجنة ريشها حال فقس الصغار أو رعايتهم. على النقيض من ذلك فأن فرص القلش لا تتوفر مطلقاً في الطيور الداجنة بسبب تسويقها بعد إنقضاء فترة وضع البيض وهي لا ترعى صغارها مطلقاً. في بعض الحالات فأنه من المفيد قلش الدجاج للحصول على فترة إنتاج بيض ثانية. ويعتمد قرار القلش على العوامل الاقتصادية السائدة في المنطقة. فعلى سبيل المثال، إذا كانت كلفة إدامة قطيع خلال فترة القلش، والتي تستغرق 12 أسبوعاً تقريباً، أقل من كلفة رعاية قطيع جديد لمدة 18 أسبوع، فأنه من المستحسن قلش الدجاج. كذلك يجب الأخذ بنظر الأعتبار العائد من فترة إنتاج البيض الثانية حيث يكون حجم البيض كبيراً، نوعية القشرة سوف تتدهور بسرعة أكبر، عدد بيض أقل سوف ينتج خلال الدورة الثانية، وإن الدجاج سوف يزداد وزنه بمقدار 200 - 300 غم ويتم استهلاك علف أكثر لكل بيضة يتم إنتاجها. من وجهة نظر فسلجية، فأن عدد مرات القلش يكون مساوياً لفترة حياة life span الدجاج ولكن من الناحية العملية يمكن تطبيق القلش لمرة واحدة أو مرتين. بالرغم من إن الدجاج غير الداجن يعيد ترييشه حولياً خلال القلش، لذلك فمن المألوف حث القلش بفاصل 8 شهور للحصول على ثلاث دورات إنتاج بيض.

يمكن حث القلش بكفاءة عن طريق سحب العلف والماء وبتزامن مع تقليل ساعات الإضاءة. ولا يكون تغيير عدد ساعات الإضاءة أساسياً بالنسبة للمنتجين في حث القلش على الرغم من إن الانخفاض في ساعات الإضاءة في النصف الثاني من دورة إنتاج البيض يحث بعض الإناث في معظم القطعان على القلش. يكون سحب العلف والماء أكفأ من انخفاض عدد ساعات الإضاءة في تحفيز القلش المتجانس في كل دجاج القطيع. معظم برامج القلش تتضمن قطع الماء ليوم أو يومين والعلف لمدة 2 – 7 يوم. إحتمالية أن القلش سوف يحدث دورة إنتاجية ثانية والتي خلالها إنتاج ونوعية البيض سوف تتحسن كثيراً يرتبط بوضوح مع الانخفاض بوزن الجسم الذي يعقب تقليل العلف والماء. على العموم يجب أن تفقد الإناث 10 – 20% من وزنها عند القلش ويجب إن يحدث ضمور regression كامل

للمبيض وقناة البيض. ويعتمد قرار العودة لتغذية الإناث وكمية العلف التي ستقدم لها من خلال الحكم المتوازن على الفحص الدقيق للانخفاض بوزن الجسم، مقدار الريش المفقود ومعدل إنتاج البيض.

لا يعرف لحد الآن الميكانيكيات الفسلجية التي تحث القلش، مع ذلك لوحظ حدوث القلش بعد التزاوج postnuptial في الطيور غير الداجنة والذي يكون مترافق مع الانخفاض في تركيز البلازما من الاستروجين والزيادة في تركيز البلازما من هرمونات الدرقية T_3 و T_4 (الثايروكسين) والتي تحفز نمو الريش الجديد. مع ظهور الريش الجديد من قاعدة الحويصلات فأن الريش القديم يسقط خارج الحويصلات ويصبح القلش واضح عندما يبدأ الريش بالسقوط. نظراً لأن القلش في الطيور غير الداجنة يحدث بعد وضع البيض وفقس الأفراخ، فأن العملية تبدأ عندما تكون تراكيز البلازما من الستيرويدات الجنسية والهرمونات المغذية للمناسل واطئة. ينخفض استهلاك العلف في العديد من الطيور خلال فترة الحضانة ولذلك فأن القلش في الطيور الحرة يحدث عادةً بعد الفترة التي ينخفض خلالها وزن الجسم.

من الواضح إن حث القلش بواسطة تقنين العلف يحث الإنخفاض الشديد في وزن الجسم ويرافقه ارتفاع سريع في تركيز البلازما من الكورتكوستيرون، وانخفاض في تراكيز البلازما من الهرمونات المغذية للمناسل والستيرويدات الجنسية، وارتفاع في تركيز هرمونات الغدة الدرقية. ولا يعرف اي من هذه الأحداث في السلسلة يحدث أولاً ولكن قد يكون زيادة إفراز الكورتكوستيرون Corticosterone حيث إنه من المعروف إن التعرض المستمر لتراكيز عالية من الكورتكوستيرون Corticosterone يسبب ضمور المبيض.

إن رجوع القناة التناسلية إلى ما كانت عليه قبل القلش يحدث من خلال محور تحت المهاد – النخامية Hypothalamo – pituitary axis، ونظراً لأن الغدة النخامية تصبح غير مستجيبة Refractive للتحفيز بواسطة GnRH الخارجي. على النقيض من ذلك، فأن الحويصلات الصغيرة في المبيض تبقى حساسة للتحفيز بمغذيات المناسل gonadotrophin الخارجي وسوف تنتج الإستروجين عند إعطاء هرمون LH للإناث القالشة. وعند ارتفاع تراكيز البلازما من الكورتكوستيرون Corticosterone فأن تركيز كل من هرمون الـ LH والإستروجين في البلازما سوف تنخفض بسرعة. خلال 14 يوم، فأن مجاميع الحويصلات الكبيرة في المبيض سوف تمتص والمبيض الضامر سيكون محتوياً بصورة اساسية فقط على حويصلات صغيرة.

نظراً لأن تركيز البلازما من هرمونات T_3 و T_4 يبدأ بالأرتفاع بعد عدة أيام من انخفاض كل من الـ LH والاسترادايول Oestradiol وتبقى مرتفعة لـ 25 – 30 يوم من بداية القلش، فلا يظهر بأن هذه الهرمونات لها دور في بداية رجوع القناة التناسلية إلى ما كانت عليه قبل القلش. ويكون ارتفاع تركيز هرمونات الدرقية مطلوباً لتقوية نمو الريش مع ظهور الريش الجديد من حويصلات الريش. من وجهة نظر الصورة الصمية endocrine profile، من الواضح أنه بعد بداية القلش عن

طريق قطع العلف، فأن القلش الطبيعي بعد موسم التزاوج والقلش المحث تمتلك تغيرات فسلجية عديدة على العموم.

القلش عبارة عن فقدان منتظم للريش والذي يبدأ بالرأس هبوطاً إلى الرقبة، الصدر، الظهر، البطن، الجنحان والذيل. ويبدأ القلش في الجناحان من نقطة إتصال ريش الخوافي والقوادم ولهذا يمكن معرفة أو الحكم على القلش من خلال فحص ريش القوادم حيث يتطلب لكل منها 6 أسابيع لتنمو من جديد. من ناحية ثانية، فإن القلش ووضع البيض لا تكون حصرية بالتبادل Mutually exclusive في سلالات الدجاج البياض الحديث ومن غير المعتاد تساقط ريش الجسم بكثافة مع إن بعض ريش القوادم يسقط خلال النصف الأخير من فترة إنتاج البيض.

تقترح البيانات التجريبية بأن الدجاج البياض تزداد حساسيته لانخفاض ساعات الإضاءة وقطع العلف والماء بعد قمة إنتاج البيض. هذه الزيادة في الحساسية تتضح من خلال إنخفاض إنتاج البيض وبداية القلش في نسبة متزايدة من القطيع بعد الحرمان العرضي للعلف والماء، عدم التوازن الغذائي، أو التغيرات في نظام الإضاءة، بضمنها تعريض الدجاج لإضاءة ثابتة. ولا يمكن التوقع بدقة تأثير التعرض قصير الأمد لأي من العوامل السابقة لوحدها أو جميعها في أي مرحلة خلال الدورة التناسلية، نظراً لأن أي من العوامل السابقة معروفة بتقليل معدل وفترة إنتاج البيض، كما إن القطعان تتعرض لهذه العوامل بصورة عرضية فقط وأن فترة التعريض تكون عادةً غير معروفة. بالرغم من إن حجم الانخفاض في إنتاج البيض لا يمكن التنبؤ به من خلال المعلومات المتوفرة عادةً، فإن التأثير الصافي سوف يكون الانخفاض في مستوى وفترة إنتاج البيض.

يمكن حث القلش بتغيير محتوى العليقة من المعادن بدلاً من القطع الكامل للعلف والماء. على سبيل المثال، إذا انخفض مستوى الكالسيوم في العليقة باستبعاد المنتجات الحيوانية واملاح الكالسيوم من العليقة، فأن التبويض سيتوقف خلال عدة أيام، التسلسل الهرمـي للحويصلات المبيضية hierarchy of ovarian follicles يعـاد إمتصاصـه وتعاني قناة البيض من إنكماش جزئي partial involution. من ناحية ثانية، القلش الذي يلي نقص الكالسيوم في العليقة يكون متغير من ناحية ثانية، وبالنتيجة فإن إنتاج البيض ونوعيته في الدورة الثانية من الإنتاج لا يمكن التنبؤ به. إضافة لذلك فأن الحرمان المفرط من الكالسيوم يمكن إن يؤدي إلى حدوث تغيرات مرضية في الهيكل العظمي والتي يجب تجنب حدوثها.

انخفاض الصوديوم في العليقة باستبعاد المنتجات الحيوانية وأملاح الصوديوم يسبب انخفاض تدريجي في استهلاك العلف، انخفاض مماثل في إنتاج البيض، وفقدان في وزن الجسم. الانخفاض في إنتاج البيض يحتاج لحوالي 3 أسابيع وبعض الإناث تستمر بوضع البيض حتى مع إنخفاض مستوى الصوديوم في العليقة إلى 0.03%. لذلك فإن معـدل الإنتـاج في الفترة التـي تلـي القلش post – moult period، لذلك، يكون أقل من ذلك الذي يلي القلش باستخدام تقنين العلف.

إضافة مستويات مفرطة من أوكسيد الزنك في العليقة يمكن إن تؤدي أيضاً إلى حدوث القلاش وانخفاض مماثل في إنتاج البيض. الخصائص الدوائية pharmacology لسمية الزنك لم تقيم في علائق الدجاج البياض ولكن يظهر إن استساغة العليقة التي تحتوي على مستويات مرتفعة من الزنك تنخفض جوهرياً. لذلك، فأن التأثير الرئيسي للمستويات المرتفعة من الزنك في العليقة ربما يكون الانخفاض في استهلاك العلف، بالرغم من أن التأثيرات الفسلجية الأخرى ربما تلعب دور أيضاً في بدء القلاش. من ناحية ثانية، فأن إستخدام مستويات مرتفعة من الزنك في علائق الدواجن، ربما يرفع من درجة القلق في الميدان العام حول سلامة منتجات الدواجن، والتي من المحتمل لايمكن تخفيفها حتى مع وجود المعلومات الخاصة بالخصائص الدوائية المنتشرة بصورة كبيرة. بينما الرأي حول السمية الكامنة potential toxicity في البيض المأخوذ من إناث مغذاة على مستويات مرتفعة من الزنك يجعل تطبيق هذه التقنية غير جذاب un attractive، فإن إحداث القلاش عن طريق قطع العلف والماء غير جذاب أيضاً من وجهة نظر رفاهية الحيوان animal welfare. لذلك، فإن إحداث القلاش عن طريق المعاملات التغذوية من غير المحتمل إن يجد تطبيق واسع الإنتشار في المناخ الاجتماعي والاقتصادي الحالي.

تقنين العلف الإرادي والرقاد

Voluntary Feed Restriction and Broodiness:

الانخفاض الإرادي في استهلاك العلف والتناسل reproduction يبدو بأنها مرتبطة مع الرقاد، إذ إن الدجاج يتوقف عن الإنتاج ويبدأ بحضن البيض. التعبير عن هذا السلوك والذي يلاحظ في دجاج العراك bantam chickens، نادراً ما يلاحظ في سلالات البحر الأبيض المتوسط Mediterranean breeds مثل دجاج اللكهورن الأبيض، ويكون واضح في بعض الأحيان في أمهات فروج اللحم، ويتفاقم هذا الوضع في أمهات الرومي turkey breeder hens. يظهر الرقاد بدرجة أكبر في الرومي عندما تضع الإناث حضنة البيض الطبيعية natural clutch من 20 بيضة تقريباً، والتي سوف تحضن تحت ظروف وحشية feral conditions. تبدأ إناث الرومي بفترة يومين تقريباً قبل بداية الحضانة incubation، تقضي مقدار متزايد من الوقت في العش ويبدأ استهلاكها للعلف والماء بالانخفاض. عندما تبدأ إناث الرومي بالحضانة، فأن مقدار العلف والماء المستهلك ينخفض إلى مستويات واطئة جداً، بالرغم من إن دجاجة العراك bantam hen تستمر بالأكل والشرب بمعدلات منخفضة طوال فترة الحضانة. نظراً لأن التصويم fasting يقلل أو يقصي مصادر العليقة من الكاربوهدرات، فأن الطاقة تشتق من أيض إحتياطات الدهن lipid reserves لإنتاج الكيتونات ketones مثل β – hydroxybutyrate، والتي هي نواتج التحلل الدهني lipolysis بغياب

الكاربوهدرات. عندما يبدأ الرقاد broodiness، فأن تركيز الـ LH في البلازما ينخفض، وينكص regress المبيض بسبب غياب دعم مغذيات المناسل gonadotrophins support، ويتوقف إنتاج الهرمونات الستيرويدية من الحويصلات المبيضة. لذلك، فأن الرقاد والقلش المحث induced moult كلاهما يترافق مع الانخفاض شديد الإنحدار precipitous decline في وزن الجسم، الانخفاض في إنتاج مغذيات المناسل، والنكوص المبيضي ovarian regression. من ناحية ثانية، نهاية الوظيفة التناسلية reproductive function التي تلي القلش المحث هي بوضوح النتيجة للأحداث التي تبدأ بالانخفاض في وزن الجسم، بينما إنهيار collapse الجهاز التناسلي عندما يبدأ الرقاد من المحتمل إن يكون نتيجة للتراكيز المرتفعة من البرولاكتين.

الدليل الذي يدل ضمناً على إن البرولاكتين هو الهرمون الذي يسبب بداية الرقاد والنكوص التناسلي reproductive regression قد تراكم خلال الـ 70 سنة الماضية. مع إن جميع الملاحظات التجريبية لا يمكن إن تتوافق في فرضية محددة، فأنه من الواضح بأن البرولاكتين في البلازما يرتفع عندما يبدأ إنتاج البيض ويستمر بالارتفاع ببطء خلال الأسابيع القليلة الأولى من إنتاج البيض. التراكيز المرتفعة من الاستروجين والبروجسترون التي ترافق إنتاج البيض تزيد من حساسية الأنسجة الهدف target tissues، والتي من المحتمـ ـل إنها مستقرة في محور تحت المهاد – النخامية hypothalamo – pituitary axis، وذلك لرفع تركيز البرولاكتين. التركيز المرتفع من البرولاكتين يؤدي في النهاية إلى بداية الانخفاض في تركيز الـ LH في البلازما، والذي يحدِث الإنهيار المبيضي ovarian collapse. هذه التغيرات الصمية تترافق عادةً مع زيادة وقت التعشيش (البقاء في الأعشاش) nesting time وفقدان الشهية anorexia، بالرغم من إن إناث الرومي تقضي معظم اليوم جالسة في العش ولكنها تستمر عادة بالإنتاج والأكل ولكن بتكرار منخفض low frequency في معظم القطعان. معلومات إضافية تكون مطلوبة قبل الإشارة إلى الإرتباطات الفسلجية بين المستويات المرتفعة من البرولاكتين، المستويات المنخفضة من الـ LH، زيادة تكرار البقاء في العش nesting frequency وقلة الشهية.

عندما تتحول إناث الرومي والطيور الأخرى من إنتاج البيض إلى الحضانة، فإن رقعة حضن واسعة extensive brood تتطور على الصدر breast لتسهيل إنتقال الحرارة من الدجاجة الحاضنة incubating hen إلى الأجنة النامية. ويعتقد بأن البرولاكتين يعمل بصورة متزامنة مع الستيرويدات المبيضية على بدء الأمداد بالأوعية الدموية vascularization لرقعة الحضن brood patch لتكون مترافقة مع تطور الخزب oedema وفقدان الريش من هذه المنطقة. يبدو إن رقعة الحضن تكون حساسة للتحفيز اللمسي tactile stimulation وأن وجود البيض في العش ربما يزيد من الإشارات الفسلجية physiological signals التي تزيد أو تحافظ على المستويات المرتفعة من البرولاكتين.

لم يحدد موقع مستقبلات البرولاكتين بدقة لحد الآن ولكن أفترض بإنها تقع على طول تحت المهاد نظراً لأن التراكيز المرتفعة من البرولاكتين، التراكيز المنخفضة من الـ LH، سلوك الحضانة قد تم المحافظة عليها في الدجاج المستأصل المبايض. لذلك، من الواضح إن التأثير الإبتدائي للبرولاكتين في المحافظة على سلوك الحضانة incubation behaviour يكمن بصورة مركزية، بالرغم من إن البرولاكتين ربما يمارس تأثير مضاد مبيضي antiovarian influence مباشرةً على الأنسجة الحبيبية والقرابية granulosa and thecal tissues لوقف عملية تصنيع الستيرويدات steroidogenesis. مستقبلات البرولاكتين قد أفترض كذلك بأنها تقع في الأنسجة الهدف الثانوية secondary target tissues مثل رقعة الحضن brood patch. تجهز البيئة محفـزات مرئية visual stimuli والتي تقدم أو تؤخر بداية الرقاد. تفضل الإناث العش الذي يكون بعيد عن الأنظار، مظلم نسبياً، دافئ ورطب، مجهز بمواد التعشيش nesting materials مثل القش straw أو القشارة shavings، وإن يحتوي على عدد من البيض. نادراً ما يظهر الرقاد عند التربية بالإقفاص، والتي لا تجهز الطيور بأي من المحفزات البيئية المذكورة آنفاً. إخراج الدجاجة من العش يعجل من انخفاض تركيز البرولاكتين في البلازما خلال ساعات قليلة، والذي يليه إرتفاع في تركيز الـ LH في البلازما بفترة قصيرة بعد ذلك. لذلك، يتضح بأن الأعصاب الحسية sensory neurons اللمسية tactile والمرئية visual تعبر المعلومات إلى الدماغ، والذي ينقل بالتالي الإشارات إلى الجهاز الصمي الذي يعبر عنها كتغيرات في إفراز البرولاكتين من الفص الأمامي للغدة النخامية.

إن تضمن عدة نواقل عصبية neuro transmitters في السيطرة على إفراز البرولاكتين تكون متناغمة مع المحفزات المختلفة إلى حد بعيد widely divergent stimuli والتي يمكن إن تغير من إفراز البرولاكتين وبداية أو نهاية الرقاد. من المحتمـل إن التأثير الصمي العصبي neuroendocrine influence الأكثر أهمية على إفراز البرولاكتين يمنـح بواسطـة vasoactive intestinal peptide (VIP) والذي يفرز من تحت المهاد. ينتج الـ VIP بواسطة الأعصاب في تحت المهاد المتوسط القاعدي mediobasal hypothalamus والبروز المتوسط الخارجي external median eminence. ومن تحت المهاد، ينتقل عبر الجهاز الوعائي البوابي portal vascular system إلى الغدة النخامية، حيث يقوم بتحفيز إفراز البرولاكتين من الخلايا المغذية اللبنية lactotrophic. مع إن الـ VIP قد تم تحديده اولاً كناقل عصبي في الجهاز المعدي – المعوي gastro – intestinal system في عدة أنواع وتمت تسميته إستناداً إلى ذلك، فإنه يبدو بأنه الهرمون المحفز لإنطلاق البرولاكتين prolactin – releasing hormone في تحت المهاد لعدة أنواع من الطيور، بضمنها الدجاج والرومي. تقليل التركيز الفعال للـ VIP في إناث الرومي عن طريق تمنيع immunizing الطيور البياضة بالـ VIP يرافقه انخفاض في تركيز البرولاكتين في

البلازما. التركيز المنخفض من البرولاكتين يكون مترافقاً مع الحدوث المنخفض للرقاد، انخفاض في مقدار الوقت الذي تقضيه الدجاجة في العش، وزيادة في إنتاج البيض.

عدة ببتيدات عصبية nruropeptides أخرى قد عرفت بأنها تؤثر على إفراز البرولاكتين، بالرغم من إن الموقع الدقيق لتأثيرها لم يحدد لحد الآن. كلاً من الكاتيكول أمينات catecholamines والاندول أمينات indoleamines قد تم تحديدها بأنها وسيطة mediator في إنطلاق البرولاكتين، وإن انطلاق البرولاكتين يمكن إن يتوقف باستخدام أدوية تثبط إما إنتاج أو وظيفة هذه المركبات. على سبيل المثال، فإن إنطلاق البرولاكتين يثبط عندما تعامل إناث الرومي بالـ methysergide، والذي يمنع السيروتونين serotonin من التفاعل مع المستقبل المناسب في غشاء الخلية عند نقاط إتصال الإشتباكات العصبية synaptic junctions. الأدوية التي تمنع تأثير أو إنتاج السيروتونين تقلل وتزيد تراكيـ ـ ـز البرولاكتيـ ـ ـ ـن و الـ LH، على التـ ـ ـوالي. على سبيل المثـ ـ ـال، فإن إعطاء الـ *P* – chlorophenylalanine قد لوحظ بأنه يخفض تركيز البرولاكتين في البلازما، يمنع النكوص المبيضي، ويثبط التعبير expression عن الرقاد في الدجاج الذي يظهر رغبة في البقاء في العش.

إذا لم تستخدم العوامل ذات الخصائص الدوائية pharmacological agents للسيطرة على الرقاد، فإن المنتجين يجب إن يعتمدوا على التغييرات البيئية للتقليل من حدوث ظاهرة الرقاد. التغيرات البيئية والتي هي موانع فعالة effective deterrents للرقاد قد إستنبطت من خبرة مربي الرومي، الذين تبنوا طقم set من الإجراءات المستوحاة من المحاولات التجريبية. تم منع ظاهرة الرقاد بفعالية كبيرة عن طريق التجهيز ببيئة لا توفر عش يكون بعيد عن الأنظار وغير مظلم نسبياً، لا يكون العش دافئ أو رطب، ولا يحتوي العش على بيض. قطعان الأمهات التجارية تدار بصورة مركزة لمنع حدوث ظاهرة الرقاد فهي تنقل غالباً بفترات فاصلة أسبوعية weekly intervals إلى حظائر pens تحتوي صناديق تعشيش nest boxes مرتبة بشكل مختلف قليلاً، يتم جمع البيض بصورة متكررة، والدجاج الذي يدخل العش في المساء يتم تحديده وينقل إلى أرضية ذات شبكة سلكية wire mesh أو أرضية رملية sand floor لتقليل المدخلات الحسية المرافقة للتراكيز المرتفعة من البرولاكتين والرقاد.

Ministry of Higher Education and Scientific Research
University of Baghdad - College of Agriculture
Department of Animal Resources

Avian Reproductive Physiology

Dr. Hazim J. Al-Daraji

2007

AVIAN REPRODUCTIVE PHYSIOLOGY