

# The Thai Journal of Veterinary Medicine

---

Volume 15  
Issue 2 June, 1985

Article 7

---

6-1-1985

เซลล์ต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตเชื้อตัวผู้ (กล้องจุลทรรศน์ธรรมดาและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน)

สุมลยา กาญจนะขิงคะ

Follow this and additional works at: <https://digital.car.chula.ac.th/tjvm>



Part of the [Veterinary Medicine Commons](#)

---

## Recommended Citation

กาญจนะขิงคะ, สุมลยา (1985) "เซลล์ต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตเชื้อตัวผู้ (กล้องจุลทรรศน์ธรรมดาและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน)," *The Thai Journal of Veterinary Medicine*: Vol. 15: Iss. 2, Article 7.

DOI: <https://doi.org/10.56808/2985-1130.1410>

Available at: <https://digital.car.chula.ac.th/tjvm/vol15/iss2/7>

This Article is brought to you for free and open access by the Chulalongkorn Journal Online (CUJO) at Chula Digital Collections. It has been accepted for inclusion in The Thai Journal of Veterinary Medicine by an authorized editor of Chula Digital Collections. For more information, please contact [ChulaDC@car.chula.ac.th](mailto:ChulaDC@car.chula.ac.th).

## เซลล์ต่างๆ ในกระบวนการผลิตเชื้อตัวผู้ (กล้องจุลทรรศน์ธรรมดาและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน)

สมลยา กาญจนะพังกะ สพ.บ. (เกียรตินิยม), M.S., Ph.D.\*

### บทย่อ

การบ่งชี้ stages ในวงจรของ seminiferous epithelium โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดาทำได้โดยนำเนื้อเยื่ออวัยวะไปทำปฏิกิริยากับ periodic acid Schiff reagent (PAS) แล้วย้อมเนื้อเยื่อด้วย hematoxylin วิธีการนี้จะช่วยให้โครงสร้างที่ใช้ในการบ่งชี้แต่ละ step ของ spermatogenic cells เช่น head cap และ acrosomic system ปรากฏชัด เมื่อเปรียบเทียบกับ spermatogenic cells ที่ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบ scanning และ transmission ปรากฏว่าการเตรียมเนื้อเยื่ออวัยวะเพื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ธรรมดาสะดวก, เสียค่าใช้จ่ายต่ำและสามารถเห็น spermatogenic wave ได้เป็นบริเวณกว้างกว่า อย่างไรก็ตามก็ตีการศึกษา spermatogenic cells โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนทั้ง 2 แบบ แม้จะซับซ้อนและเสียค่าใช้จ่ายสูงแต่สามารถให้รายละเอียดในด้าน 3 มิติ และ ultrastructure ของ spermatogenic cells ได้ดีกว่ามาก

---

\* ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทนำ

อัณฑะ เป็นอวัยวะที่ผลิตเชื้อตัวผู้ ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอัณฑะประกอบด้วยท่อเล็ก ๆ ที่เรียกว่า *seminiferous tubules* ขดและอัดกันอยู่แน่น ภายในท่อจะมี *spermatogenic cells* และ *sustentacular cells* (*Sertoli cells*) *spermatogenic cells* ใช้รวมเรียกเซลล์ในกระบวนการผลิตเชื้อตัวผู้ เซลล์เหล่านี้จะบวมอยู่ภายใน *seminiferous tubules* แล้วผ่านกระบวนการเจริญแบ่งตัวและเปลี่ยนแปลงไปเป็นเชื้อตัวผู้ (*spermatozoa*) โดยเริ่มต้นจาก *spermatogonia* ซึ่งบวมอยู่ชิดกับผนังของท่อ *seminiferous tubules* เซลล์พวกนี้มีโครโมโซมเป็น 2 N (*diploid number*) แบ่งตัวแบบ *mitosis* หลายครั้ง จำนวนครั้งที่แบ่งตัวต่างกันไปตามชนิดของสัตว์ (Dellmann and Wrobel, 1981) ได้เป็น *primary spermatocytes* ซึ่งเป็นเซลล์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดเรียงอยู่ถัดเข้าไปทางด้านในของท่อ ต่อมา *primary spermatocytes* จะแบ่งตัวแบบ *meiosis* เพื่อลดจำนวนโครโมโซมจาก 2 N เป็น N (*haploid number*) จากการแบ่ง *nucleus* ครั้งแรกจะได้ *secondary spermatocytes* ซึ่งเป็นเซลล์ที่มีขนาดเล็กและจัดตัวเข้าสู่ศูนย์กลางของ *seminiferous tubules* มากขึ้นเมื่อ *secondary spermatocytes* แบ่งตัวจะให้ *spermatids* ซึ่งมีจำนวนโครโมโซมเป็น N เนื่องจากไม่มี *duplication* ของโครโมโซมในระยะ *interphase* ของการแบ่ง *nucleus* ครั้งที่ 2 *spermatids* มีขนาดเล็กกว่า *secondary spermatocytes* แต่จะอยู่ใกล้ศูนย์กลางของ *seminiferous tubules* มากกว่า *spermatids* จะเปลี่ยนรูปร่างและส่วนประกอบของเซลล์ไปเป็น *spermatozoa* ตามกระบวนการ *spermiogenesis* *spermatozoa* ประกอบด้วยส่วนหัวและหางที่มีขนาดยาว เซลล์เชื้อตัวผู้เหล่านี้จะเรียงตัวอยู่ชั้นในสุดใน *seminiferous tubules* และเมื่อเจริญเต็มที่แล้วจะถูกปล่อยออกสู่ *lumen* ของท่อดังกล่าวออกไปจากอัณฑะ

*spermatids* ของหนูตะเภาแบ่งได้เป็น 15 steps ตามรูปร่างของเซลล์ การเปลี่ยนแปลงของ *Golgi complex* และ *acrosomic system* *spermiogenesis* แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ 1) *Golgi phase* เป็นระยะที่ *proacrosomal granules* ซึ่งสร้างโดย *Golgi apparatus* มารวมกันเป็น *acrosomal granule* (*acrosome*) ยึดติดอยู่ที่ *anterior pole* ของ *nucleus* *proacrosomal granules* เหล่านี้มีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นได้ชัดเมื่อนำเนื้อเยื่ออัณฑะไปทำปฏิกิริยากับ *periodic acid Schiff* แล้วย้อมด้วย *hematoxylin* (Bloom and Fawcett, 1975) 2) *cap phase* ผนังหุ้ม *acrosome* จะแผ่ยาวออกเป็น *head cap* คลุม 2 ใน

3 ส่วนของ anterior pole ของ nucleus 3) acrosomal phase ระยะนี้ acrosome จะแบนแผ่ลงตามขอบเขตของ head cap โดยที่ acrosome ส่วนใหญ่จะยังคงอยู่ที่บริเวณ anterior pole ของ nucleus spermatids จะยึดตัวยาวขึ้น 4) maturation phase จะพบว่า nucleus ของ spermatid เปลี่ยนเป็นรูปรีหางเจริญยาวเต็มที่ และ residual body จะถูกสลัดหลุดจาก spermatid ได้เป็นเซลล์เชื้อตัวผู้ (spermatozoon) residual body คือ cytoplasm ส่วนเกินที่มี inclusions และ cellular organelles บรรจุอยู่ (Clermont, 1960 และ Ortavant *et al.*, 1970)

Sustentacular (Sertoli) cells มีรูปร่างไม่แน่นอน มักพบเป็นเซลล์รูปสามเหลี่ยมโดยมีด้านบนฐานของสามเหลี่ยมยึดติดกับ basement membrane ของ seminiferous tubules nucleus ของ Sertoli cell อาจกลมหรือรี และมี nucleolus ขนาดใหญ่อยู่ภายใน หน้าที่ของ Sertoli cell จะเกี่ยวข้องกับการส่งอาหาร, ป้องกันและค้ำจุน spermatogenic cells นอกจากนี้ยัง phagocytize เซลล์เชื้อตัวผู้ที่ฝ่อไปก่อนที่จะเจริญเติบโตเต็มที่และ residual bodies ที่ spermatids สลัดออกมาด้วย (Dellman and Wrobel, 1981)

## อุปกรณ์และวิธีการ

### สัตว์ทดลอง

หนูตะเภาเพศผู้ในระยะเจริญพันธุ์ (น.น. ประมาณ 500 กรัม) ได้ถูกนำมาจากเลี้ยงในห้องเก็บสัตว์ 7 วัน ก่อนเริ่มทำการทดลอง เพื่อให้สัตว์ปรับร่างกายให้เข้ากับสภาพห้องทดลอง สัตว์ถูกทำให้หลับในโทบรจลคลอโรฟอร์ม แล้วเก็บเนื้อเยื่ออวัยวะนำไปแช่ในน้ำยาตรึงชนิดต่างๆ เพื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ธรรมดาและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

### กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา

ตัดเนื้อเยื่ออวัยวะตามยาวและขวาง แล้วนำไปแช่ในน้ำยา Mercuric formal 3 วัน ล้างด้วยน้ำประปา 6 ชม. แล้วระเหยเอาน้ำออก และทำให้เนื้อเยื่อใสโดยใช้ tetrahydrofuran ฝั่งเนื้อเยื่อลงในก้อนพาราพลาส แล้วตัด sections ให้มีความหนา 5  $\mu$ m ย้อมด้วย hematoxylin และ eosin (H & E) นำ sections บางส่วนไปทำปฏิกิริยากับ periodic acid Schiff reagent (PAS) แล้วย้อมทับด้วย hematoxylin

### กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน (Scanning electron microscopy)

เนื้อเยื่ออวัยวะถูกตัดให้เป็นชิ้นขนาด 3 X 3 X 5 มม. ขณะแช่ใน 2% glutaraldehyde ใน 0.1 M Cacodylate buffer pH 7.35 แล้ว fix ต่อใน fixative ชนิดเดิมอีก 6 ชั่วโมง post - fix ใน 1% OsO<sub>4</sub> 3 ชั่วโมง แล้วล้างเนื้อเยื่อด้วย Cacodylate buffer นำเนื้อเยื่อแช่ใน 1% aqueous, saturated thiocarbonyldrazide (TCH) 15 นาทีเพื่อช่วยให้โมเลกุลของ OsO<sub>4</sub> จับติดกับเนื้อเยื่อได้ดีขึ้น (Postek, et al., 1982) ล้าง unbound TCH ออกด้วยน้ำกลั่น แล้วแช่เนื้อเยื่อใน 1% OsO<sub>4</sub> อีกครั้งนาน 1 ชั่วโมง ล้างด้วยน้ำกลั่นแล้วระเหยน้ำออกจากเนื้อเยื่ออวัยวะโดยใช้ ethanol ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ ต่อกันนั้นนำเนื้อเยื่อผ่านขบวนการ critical point drying ด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหลว ฉาบเนื้อเยื่อด้วยทองใน Polaron PE - 5000 Sputter Coater แล้วตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบ Scanning

### กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบลำแสงผ่าน (Transmission electron microscopy)

เนื้อเยื่ออวัยวะถูกตัดให้เป็นชิ้นขนาด 1 X 1 X 1 มม. ขณะแช่ใน 2% glutaraldehyde ใน 0.1 M Cacodylate buffer pH 7.35 แล้ว fix ต่อใน fixative ชนิดเดิมอีก 4 ชั่วโมง ล้างด้วย 0.1 M Cacodylate buffer, post - fix ด้วย 1% OsO<sub>4</sub> 2 ชั่วโมง ล้างด้วยน้ำกลั่นแล้วระเหยเอาน้ำออก โดยใช้ ethanol ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ ผึ่งชิ้นเนื้อลงใน Epon 812 แล้ว polymerize ที่ 65°C เป็นเวลา 2 วัน ตัด specimen block ด้วยมีดแก้ว นำ ultrathin section (500 - 700 Å) ไปย้อมด้วย .5% uranyl acetate และ lead citrate แล้วตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบลำแสงผ่าน

### ผล

#### กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา

เนื้อเยื่ออวัยวะที่ตัดผ่าน seminiferous tubule ตามยาวแสดงการจัดเรียงตัวของ spermatogenic cells ใน stages VIII และ IX ของวงจรของ seminiferous epithelium (รูปที่ 1) stage VIII จะเริ่มเมื่อ acrosomic system ของ step 8 spermatid แผ่ลงมาติดกับ cytoplasmic membrane นอกจากนี้ยังพบ leptotene และ zygotene spermatocyte โดยรอบ basement membrane ของ seminiferous tubule

อีกด้วย รูปที่ 2 เป็นภาพถ่าย stages IX และ X ของวงจรของ seminiferous epithelium โดยใช้กำลังขยายขนาดกลาง acrosome ของ step 9 spermatid จะลัดตัวเป็นรูปกรวยหัวแหลม จะพบ primary spermatocyte ในระยะ leptotene และ late pachytene สำหรับ stage X acrosome ของ spermatid จะยัดตัวออกเป็นรูปกรวยหัวแหลมเด่นชัดขึ้น primary spermatocyte จะอยู่ในระยะ zygotene พบ late pachytene type A spermatogonia และ Sertoli cell เกาะอยู่ที่ผนังของ seminiferous tubule

### กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน

ภาพตัดตามขวางของ seminiferous tubule (รูปที่ 3,4) แสดงถึงส่วนประกอบของท่อคือ basal lamina ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อประสานพวก fibrous และมี stratified epithelium บูดอยู่ในท่อ, stratified epithelium นี้ประกอบด้วยเซลล์ 2 พวกคือ spermatogenic cells ในระยะต่าง ๆ ของการเจริญเปลี่ยนแปลงไปเป็นเชื้อตัวผู้และ Sertoli cell (รูปที่ 4,5 และ 6) spermatogonia (รูปที่ 4) เป็นเซลล์ที่มีการเจริญเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดจะอยู่ชิดกับ basal lamina ของท่อ เมื่อ spermatogonia เจริญเข้าสู่ระยะ prophase ของการแบ่งตัวแบบ meiosis ครั้งแรกจะเรียกเป็น primary spermatocyte (รูปที่ 4) แล้วเลื่อนเข้าไปอยู่ใน adluminal compartment ของ seminiferous tubule เนื่องจากการแบ่ง cytoplasm ของ spermatogenic cell เกิดขึ้นอย่างไม่สมบูรณ์ (รูปที่ 5) จึงเกิดเป็น cytoplasmic bridge เชื่อมระหว่างเซลล์ 2 เซลล์ซึ่งได้จากการแบ่งตัว ร่องรอยของ cytoplasmic bridge บนเซลล์ของ spermatocyte (รูปที่ 4) เกิดขึ้นเมื่อเซลล์ 2 เซลล์แยกหลุดจากกันขณะเตรียมเนื้อเยื่อ เมื่อ secondary spermatocyte แบ่งตัวแบบ meiosis ครั้งที่ 2 แล้วจะให้ spermatids ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปเป็นเซลล์เชื้อตัวผู้โดยจะยัดเซลล์ออกยาวขึ้น ส่วนหัวของ spermatids จะถูกโอบหุ้มโดย cytoplasm ที่ยื่นจาก Sertoli cell (รูปที่ 6) ส่วนหางของ spermatids จะยื่นเข้าสู่ tubular lumen, ตลอดระยะของการเจริญเปลี่ยนแปลง spermatogenic cells จะแทรกอยู่ในช่องว่างระหว่าง Sertoli cells Sertoli cell มีรูปร่างเฉพาะคือ เซลล์จะแผ่ออกจาก basal lamina ของ seminiferous tubule ออกสู่ tubular lumen พบ tendrils ขนาดเล็กมากมาย (รูปที่ 5 และ 6) เป็นลำขายื่นมาจาก Sertoli cell มายึดบนผนังเซลล์ของ spermatogenic cells นอกจากนี้ยังพบรอยบุ๋ม (รูปที่ 6) บน Sertoli cell รอยบุ๋มนี้เป็นที่อยู่ของ spermatogenic cell ซึ่งหลุดไปขณะเตรียมเนื้อเยื่อ

### กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบลำแสงผ่าน

Sertoli cell มีรูปร่าง irregular และมีรอยปุ่มเพื่อหุ้มห่อ spermatogenic cells ไว้ (รูปที่ 7) cytoplasm ของ Sertoli cell จะทึบกว่าของ spermatogenic cells เนื่องจากมี ribosomes กระจายอยู่เต็ม nucleus ของ Sertoli cell มีรูปร่างได้หลายแบบและมีลักษณะพิเศษ คือ มีรอยพับลึกและมี nucleolus ขนาดใหญ่ มาก มักพบ lipid และ lipofuscin inclusions ใน cytoplasm ที่บริเวณฐานของเซลล์ (รูปที่ 7 และ 10)

เซลล์เริ่มต้นในการเจริญเปลี่ยนแปลงเป็นเชื้อตัวผู้ คือ spermatogonia (รูปที่ 8 และ 9) เป็นเซลล์ขนาดเล็กเกาะติดอยู่กับ basal lamina ของ seminiferous tubule cytoplasm มีสีเข้มเนื่องจากมี ribosomes กระจายอยู่ทั่วไป mitochondria มีจำนวนไม่มากและมี mitochondrial cristae ที่ค่อนข้างตรงและขนานกัน (รูปที่ 9) ส่วน primary spermatocyte (รูปที่ 10) เป็นเซลล์ขนาดใหญ่มีปริมาณ cytoplasm เพิ่มขึ้นและเซลล์จะเคลื่อนห่างจาก basal lamina ออกมา mitochondria แบ่งตัวเพิ่มจำนวนขึ้นและ intracristal spaces ในบางบริเวณแยกห่างออกจากกัน nucleus ของ primary spermatocyte มีลักษณะกลมใหญ่ chromatin เริ่มหดตัวสั้นทำให้เห็นเป็นเส้นชัดขึ้นเมื่อเริ่มเข้าสู่การแบ่งตัวแบบ meiosis รูปที่ 11 คือ spermatids ใน acrosomal phase ตอนปลาย nucleus จะมี chromatin ที่มีลักษณะเป็นจุดเล็ก ๆ head cap แผ่นคลุมครึ่งหนึ่งของ nucleus และภายในมี acrosomal granule ซึ่งเกิดจากการรวมตัวของสารที่ส่งมาจาก Golgi complex และ/หรือ endoplasmic reticulum (รูปที่ 12) intracristal spaces ของ mitochondria ของ spermatid จะแยกห่างจากกันกว้างมาก (รูปที่ 11 และ 12) เซลล์เชื้อตัวผู้ประกอบด้วยส่วนหัว (รูปที่ 13) และหาง หางจะแบ่งออกเป็นสามคอค (รูปที่ 13), ส่วนกลาง (รูปที่ 13,14,15, และ 16), principal piece (รูปที่ 14 และ 16) และ end piece (รูปที่ 16) ส่วนหัวประกอบด้วย nucleus ที่แน่นทึบและเป็นเนื้อเดียวกัน บริเวณ 2 ใน 3 ของ nucleus ทางส่วนหน้าจะถูกคลุมด้วย head cap ซึ่งภายในมี acrosome บรรจุอยู่ (รูปที่ 13) ส่วนในสุดของส่วนกลางของเซลล์เชื้อตัวผู้จะเป็น microtubules เรียกว่า axoneme ล้อมรอบด้วย outer dense fibers และ mitochondrial sheath ตามลำดับ (รูปที่ 13, 14, 15 และ 16) mitochondrial sheath ประกอบด้วยหลาย ๆ mitochondria มาต่อกันแล้วขดเป็นวงรอบ outer dense fibers ตรงประมาณกึ่งกลางของส่วนกลางของเซลล์เชื้อตัวผู้พบ cytoplasmic droplet

ซึ่งภายในมี vesicles ผนังเรียบ, vacuoles และ inclusion เป็นส่วนประกอบ (รูปที่ 15) principal piece เป็นส่วนที่มีความยาวมากที่สุด มีส่วนประกอบเหมือนกับส่วนกลาง ยกเว้นจะมี fibrous sheath อยู่รอบนอกสุดแทนที่ mitochondrial sheath (รูปที่ 14 และ 16) fibrous sheath จะสั้นสุดตรงปลายของ principal piece ถัดจากนั้นจะเป็น end piece ซึ่งภายในพบแต่ axoneme เท่านั้น (รูปที่ 16)

## วิจารณ์

จะเห็นได้ว่าการเตรียมเนื้อเยื่ออวัยวะเพื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ธรรมดา โดยนำไปทำปฏิกิริยากับ periodic acid Schiff reagent แล้วย้อมทับด้วย hematoxylin สามารถบ่งชี้แต่ละ step ของ spermatids ได้โดยดูจากรูปร่างของเซลล์ การเปลี่ยนแปลงของ Golgi complex และ acrosomic system ทำให้สามารถจัดได้ว่า spermatogenic cells เหล่านั้นอยู่ใน stage ใดในวงจรของ seminiferous epithelium ทั้งนี้เนื่องจากโครงสร้างของ acrosomic system มีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบเป็นส่วนใหญ่ซึ่งทำปฏิกิริยากับ periodic acid Schiff reagent ให้เป็นสีชมพูปนแดง (Bloom and Fawcett, 1975) ภาพที่นำมาแสดงเป็น spermatogenic cells ที่อยู่ใน stages VIII, IX และ X ต่อเนื่องกัน ทำให้สามารถศึกษา spermatogenic cells ที่เป็นองค์ประกอบของหลาย ๆ stages ในวงจร seminiferous epithelium ได้พร้อมกัน ข้อได้เปรียบอย่างอื่นคือ การเตรียมเนื้อเยื่ออวัยวะเพื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ธรรมดาตามวิธีดังกล่าวเป็นไปอย่างไม่ซับซ้อนและเสียค่าใช้จ่ายต่ำ

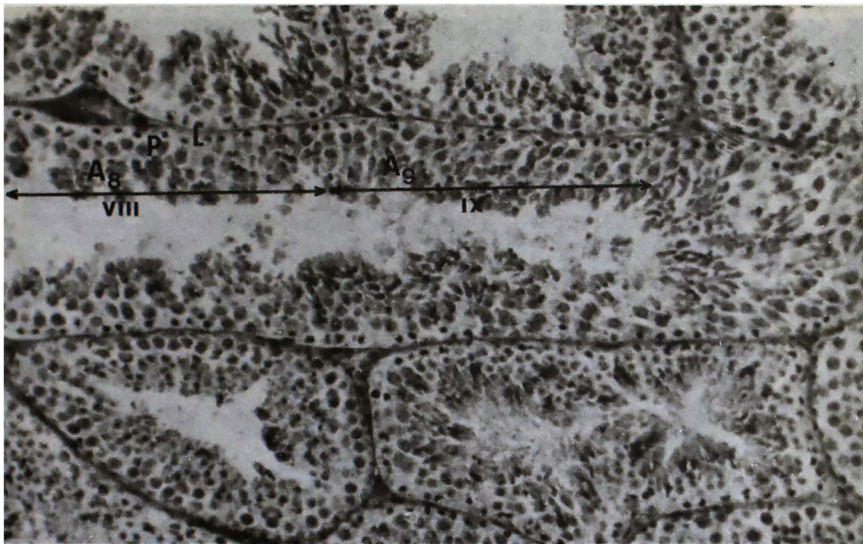
การเตรียมเนื้อเยื่ออวัยวะเพื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแม้ต้องผ่านวิธีการที่ซับซ้อน, ต้องการความชำนาญพิเศษและเครื่องมืออุปกรณ์ที่มีราคาแพงมาก แต่การศึกษา spermatogenic cells โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนทั้ง 2 แบบจะให้รายละเอียดโครงสร้างของเซลล์ชนิดต่างๆ ในด้าน 3 มิติ (เมื่อศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน) และ ultrastructure (เมื่อศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบลำแสงผ่าน) อีกทั้งช่วยให้ทราบถึงสภาพความเป็นไปของเซลล์ชนิดต่าง ๆ ได้ใกล้เคียงกับสภาพจริงตามธรรมชาติได้ดีขึ้น

การศึกษา spermatogenic cells ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบส่องผ่านช่วยยืนยันรายงานของ Bloom and Fawcett (1975) และ Kessel and Kardon (1979) ว่าเซลล์พวกนี้จะแบ่ง cytoplasm อย่างไม่สม่ำเสมอเมื่อมีการแบ่งตัวทั้งแบบ mitosis และ meiosis

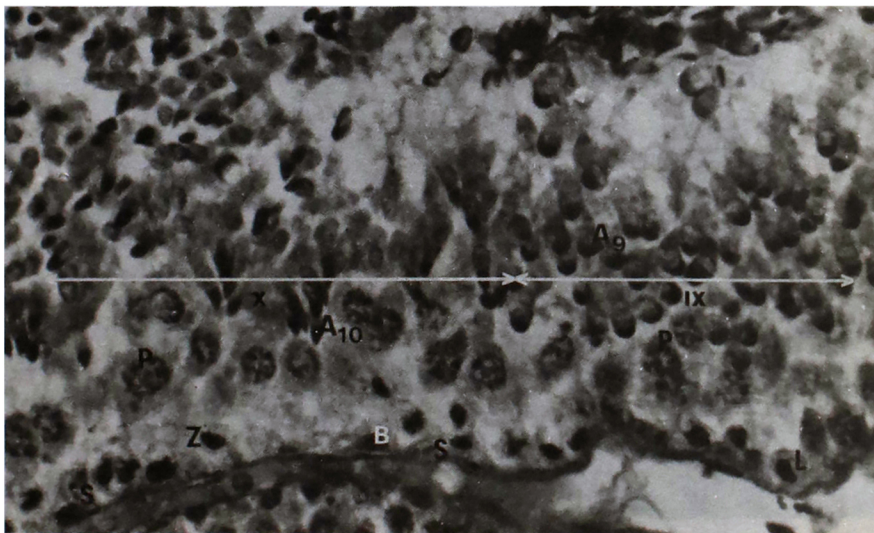


ดังจะเห็นจากร่องรอยของ cytoplasmic bridge (รูปที่ 4) ที่อยู่ระหว่าง spermatocytes 2 เซลล์ที่แยกหลุดจากกันขณะเตรียมเนื้อเยื่อ นอกจากนี้ยังช่วยแสดงรายละเอียดความสัมพันธ์ที่ใกล้ชิดระหว่าง Sertoli cell และ spermatogenic cells โดย Sertoli cell จะมีส่วนยื่นออกมาโอบหุ้มส่วนหัวของ spermatids (รูปที่ 6) และส่ง tendrils ล่าซาเล็ก ๆ มากมายมายึดบนผนังเซลล์ของ spermatogenic cells (รูปที่ 5 และ 6)

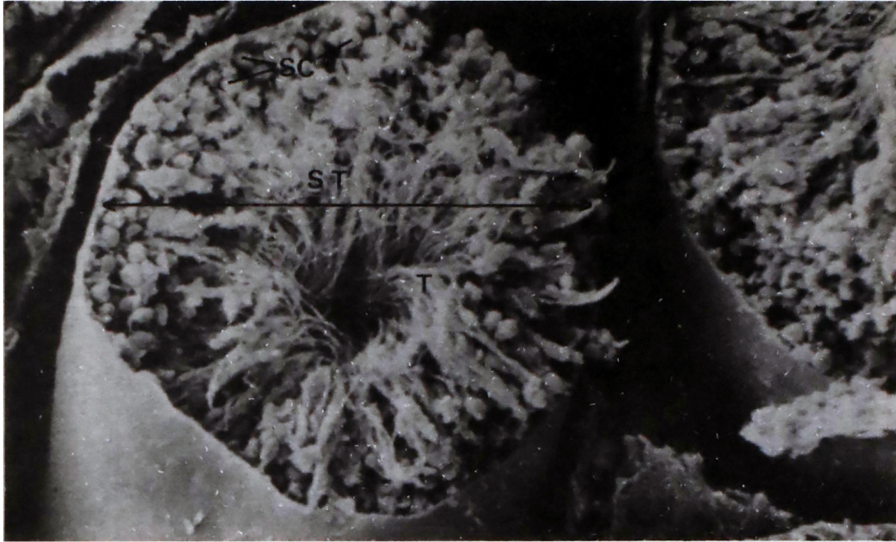
รายละเอียดทาง ultrastructure ของ spermatogenic cells เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบลำแสงผ่านจะช่วยในการแยก spermatogenic cells ชนิดต่าง ๆ ได้โดยอาศัยลักษณะโครงสร้างที่ต่างกันของ mitochondria mitochondria ของ spermatogonium มี mitochondrial cristae ที่ค่อนข้างตรงและขนานกัน (รูปที่ 9) สำหรับ spermatocyte และ spermatid จะมี intracrystal spaces ในบางบริเวณแยกห่างจากกันเล็กน้อยและ intracrystal spaces แยกห่างจากกันเป็นระยะกว้างมากตามลำดับ (รูปที่ 10, 11 และ 12) mitochondria ของเซลล์เชื้อตัวผู้จะจัดตัวเป็น mitochondrial sheath พันอยู่โดยรอบส่วนกลางของเซลล์ (รูปที่ 13, 14, 15 และ 16) นอกจากนี้ภาพแสดงบริเวณ Golgi complex ของ spermatid ใน acrosomal phase (รูปที่ 12) พร้อมทั้ง endoplasmic reticulum ที่อยู่ติดกับ Golgi complex ช่วยสนับสนุนข้อเสนอนี้ของ Fawcett (1981) ที่ว่า acrosomal granule เกิดจากการรวมตัวของสารที่ส่งมาใน vesicles จาก Golgi complex และ/หรือ endoplasmic reticulum



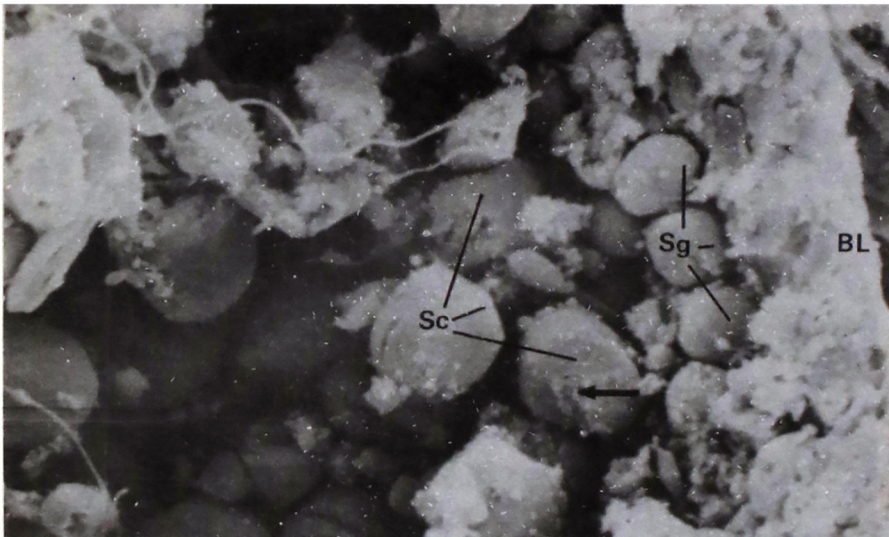
รูปที่ 1 seminiferous tubule ตัดตามยาวแสดง stages VIII และ IX ของวงจรของ seminiferous epithelium, acrosomic system ของ step 8 spermatid ( $A_8$ ) จะแผ่ลงมาติดกับ cytoplasmic membrane ส่วน step 9 spermatid ( $A_9$ ) จะมี acrosome เป็นรูปกรวยหัวแหลม L = leptotene spermatocyte, P = pachytene spermatocyte. PAS x 257.



รูปที่ 2 stages IX และ X ของวงจรของ seminiferous epithelium, acrosome ของ step 10 spermatid ( $A_{10}$ ) ยึดออกเป็นรูปกรวยหัวแหลมเด่นชัดขึ้น นอกจากนี้อยังพบ type A spermatogonium (B), pachytene (P) และ zygotene (Z) spermatocytes ใน stage X อีกด้วย  $A_9$  = step 9 spermatid, L = leptotene spermatocyte, S = Sertoli cell. PAS x 835.



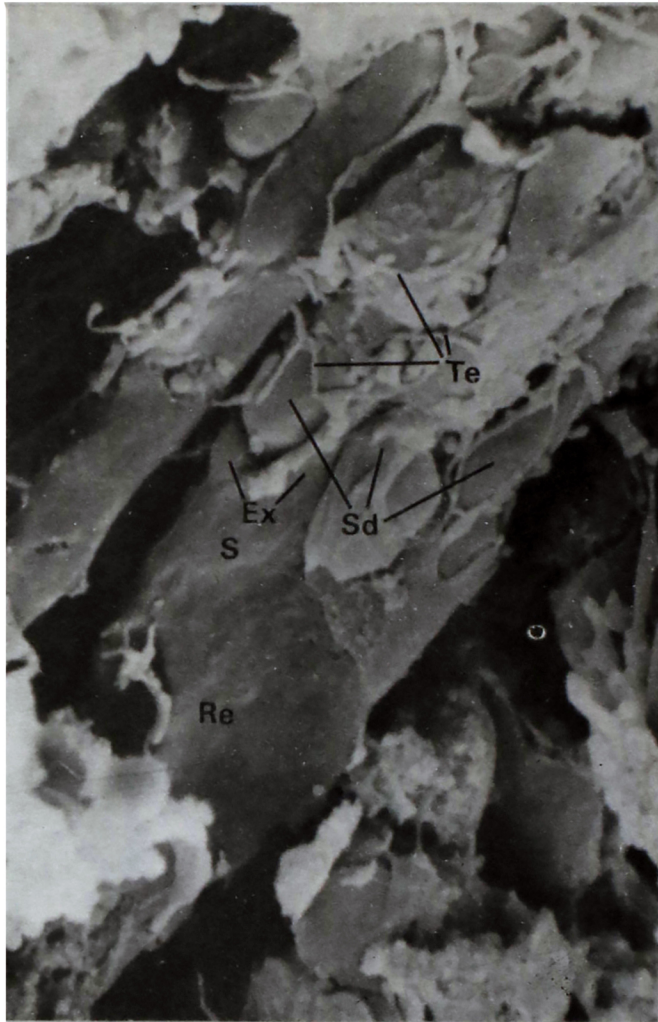
รูปที่ 3 ภาพตัดตามขวางของ seminiferous tubule (ST) แสดงถึง stratified epithelium ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ 2 ชนิด คือ spermatogenic cells (SC) และ Sertoli cell spermatogenic cells จะเจริญเปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์เชื้อตัวผู้ ซึ่งมีหาง (T) ยาวอยู่บริเวณตรงกลางของ tubular lumen. x 330.



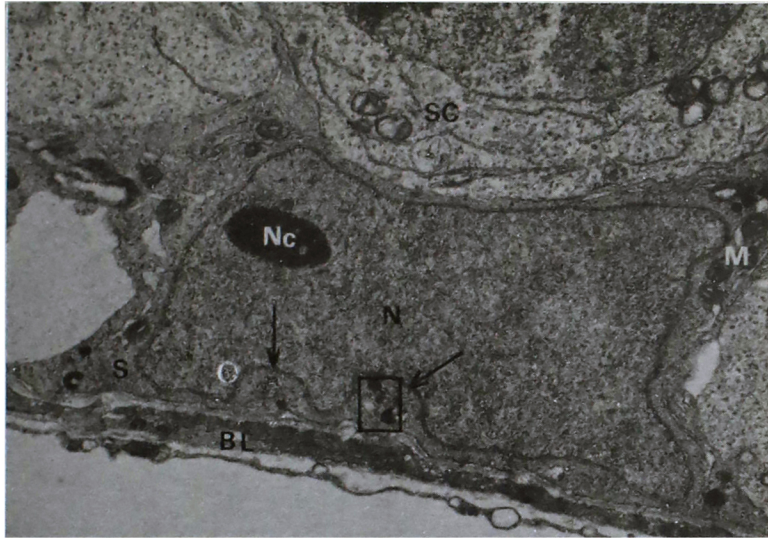
รูปที่ 4 spermatogonia (Sg) ซึ่งเป็นเซลล์ที่อ่อนที่สุดจะอยู่ชิดกับ basal lamina (BL) ของ seminiferous tubule primary spermatocyte (Sc) จะอยู่ถัดเข้าไปด้านใน ร่องรอยของ cytoplasmic bridge (ลูกศร) เกิดจาก spermatocyte 2 เซลล์แยกออกจากกัน x 1000.



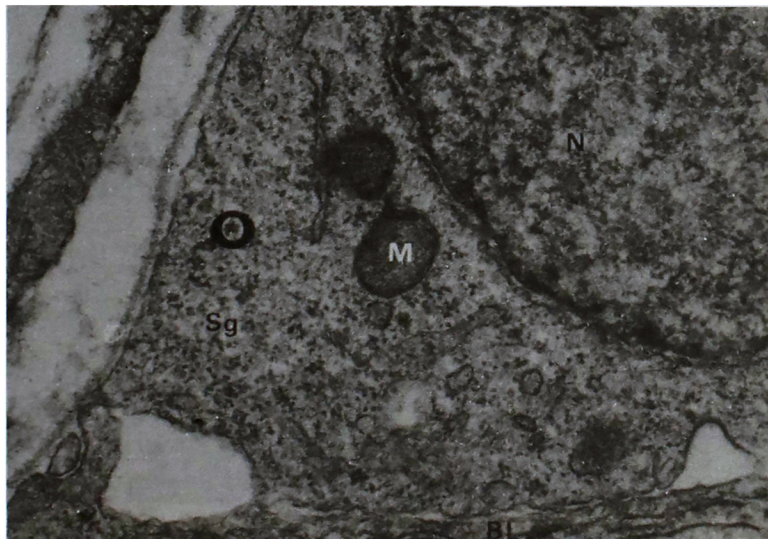
รูปที่ 5 spermatogenic cell (SC) ในระยะปลายของการแบ่งตัวแบบ mitosis พบ tendrils (Te) ขนาดเล็กมากมายเป็นสาขาย่อยมาจาก Sertoli cell บนผนังเซลล์ของ spermatocyte. BL = basal lamina. X 2200.



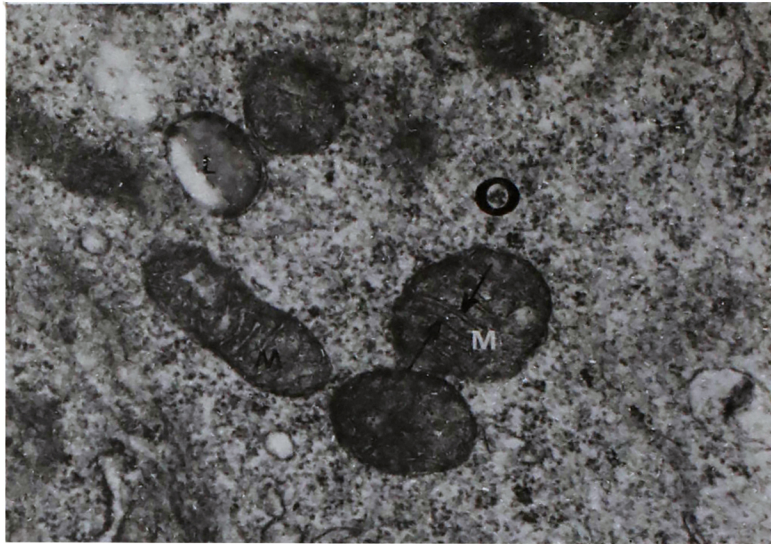
รูปที่ 6 cytoplasm ของ Sertoli cell (S) มีส่วนยื่น (Ex) โอบหุ้มส่วนหัวของ spermatid (Sd) อยู่ นอกจากนี้ยังมีพมรอยบุ่ม (Re) ซึ่งเกิดจากการกวดของ spermatogenic cell บน Sertoli cell. Te = tendrils x 2200.



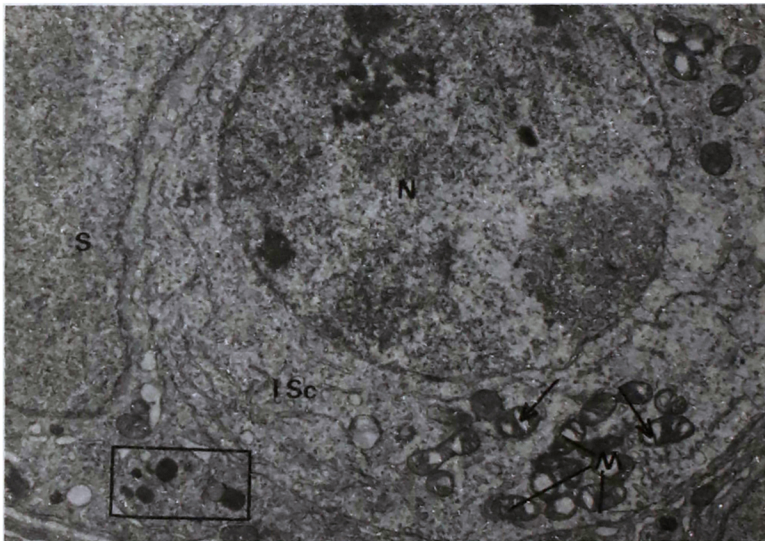
รูปที่ 7 nucleus (N) ของ Sertoli cell (S) มีรูปร่างได้หลายแบบและมักมีรอยพับลึก (ลูกศร) nucleolus (NC) มีขนาดใหญ่และชัดเจน พบ lipid และ lipo-fuscin inclusions (ในกรอบสี่เหลี่ยม) ใน cytoplasm บริเวณฐานของเซลล์ BL = basal lamina, M = mitochondria, SC = spermatogenic cell. x 15950.



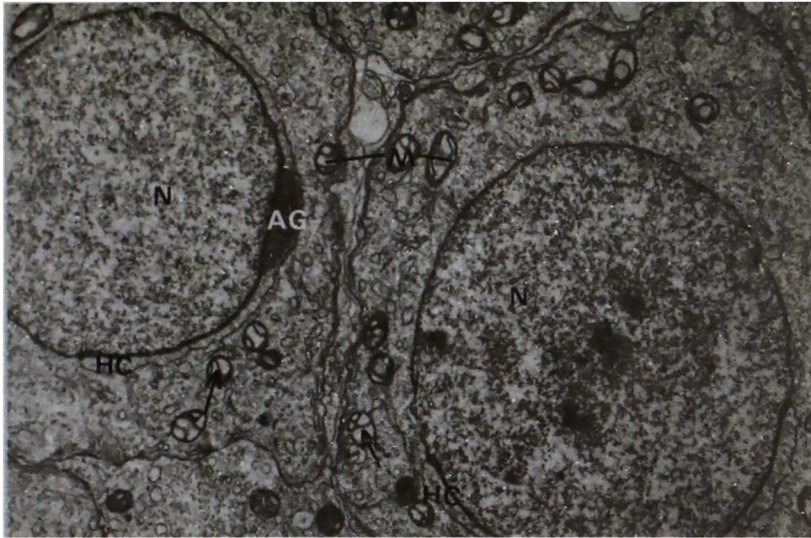
รูปที่ 8 Spermatogonium (Sg) มีขนาดเล็กอยู่ติดกับ basal lamina (BL) ของ seminiferous tubule cytoplasm มีสีเข้มและมี ribosomes (วงกลม) กระจายอยู่ทั่วไป M = mitochondria, N = nucleus. x 58800.



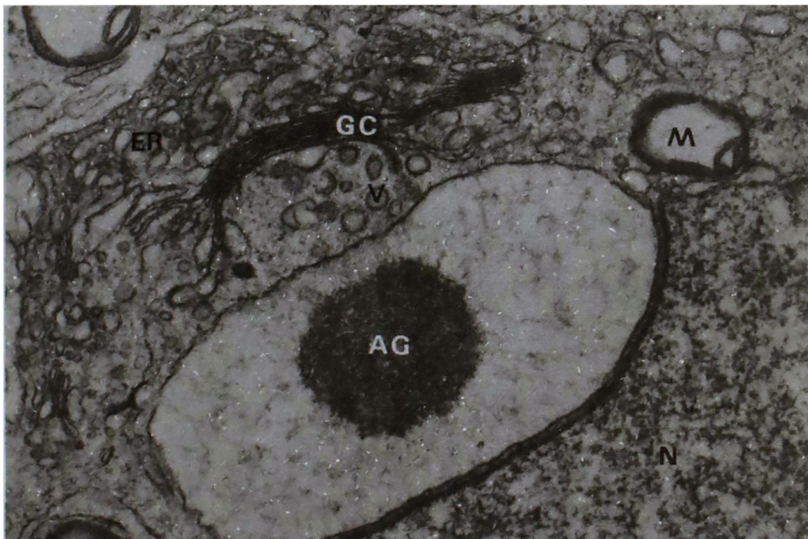
รูปที่ 9 mitochondria (M) ของ spermatogonium แสดงให้เห็น mitochondrial cristae (ลูกศร) ที่ค่อนข้างตรงและขนานกัน L = lipid inclusion, วงกลม = ribosomes. x 58800.



รูปที่ 10 chromatin ใน nucleus (N) ของ primary spermatocyte (ISc) เริ่มหดตัวสั้นและเห็นชัดขึ้นเมื่อเริ่มเข้าสู่การแบ่งตัวแบบ meiosis mitochondria (M) แบ่งตัวเพิ่มจำนวนขึ้น intracristal spaces ในบางบริเวณแยกห่างจากกัน (ลูกศร). S = Sertoli cell, กรอบสี่เหลี่ยม = lipid และ lipofuscin inclusions. x 15950.

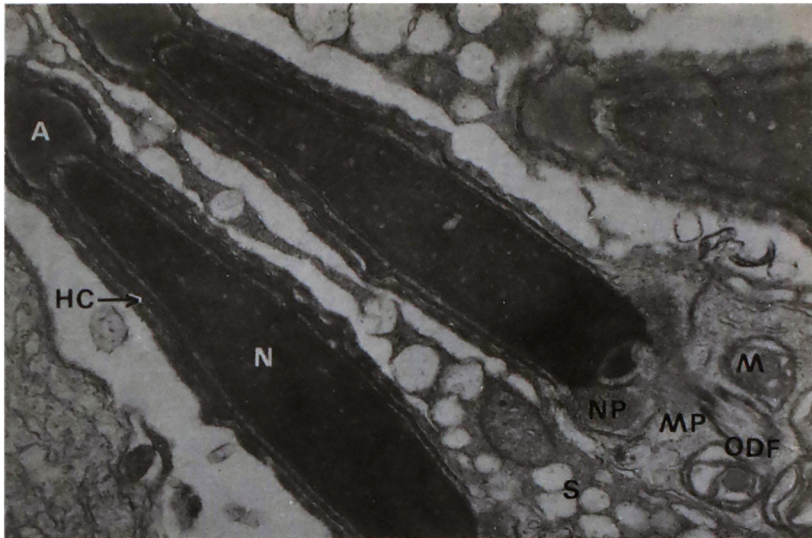


รูปที่ 11 Spermatids ใน acrosomal phase ตอนปลาย head cap (HC) แผ่คลุมครึ่งหนึ่งของ spermatid nucleus (N) ภายใน head cap มี acrosomal granule (AG) บรรจุอยู่ mitochondria (M) กระจายอยู่ทั่วไปและ intra-crystal space (ลูกศร) แยกห่างจากกันเป็นระยะกว้างมาก x 15950.

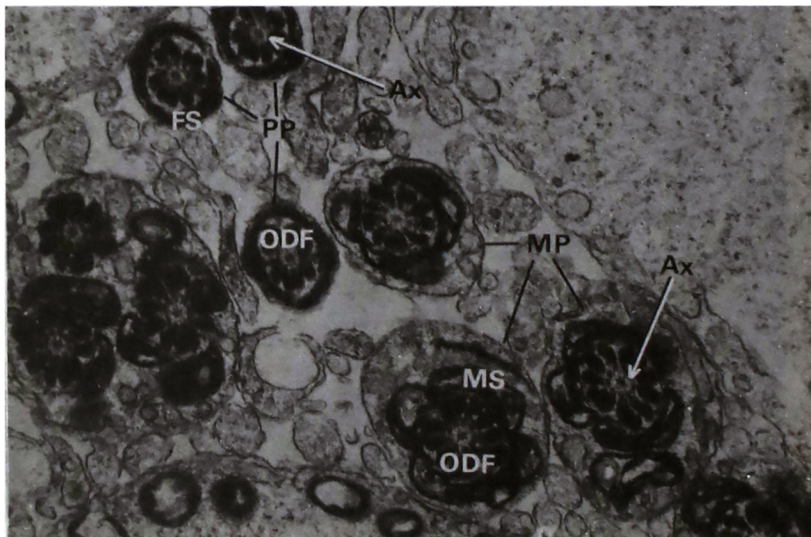


รูปที่ 12 ภาพแสดงบริเวณ Golgi complex (GC) ของ spermatid ใน acrosomal phase acrosomal granule (AG) เกิดจากการรวมตัวของสารที่ส่งมาจาก vesicle (V) จาก Golgi complex และ/หรือ endoplasmic reticulum (ER) M = mitochondria, N = nucleus. x 58800.

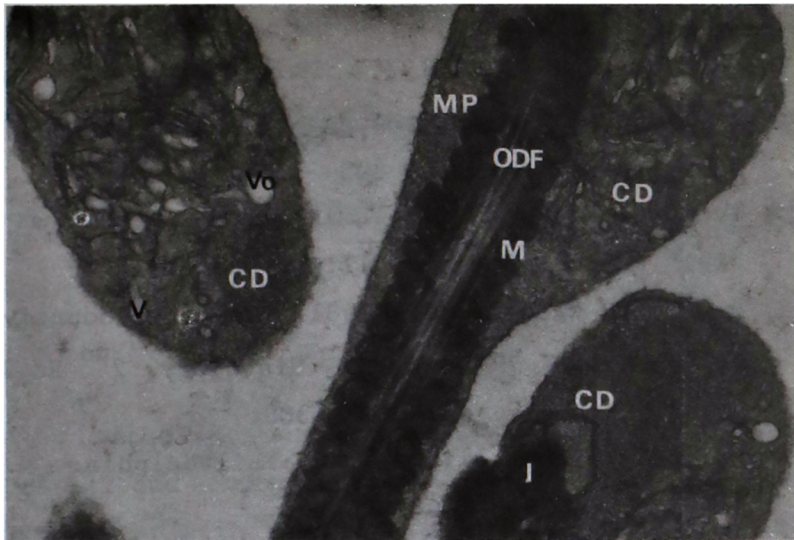




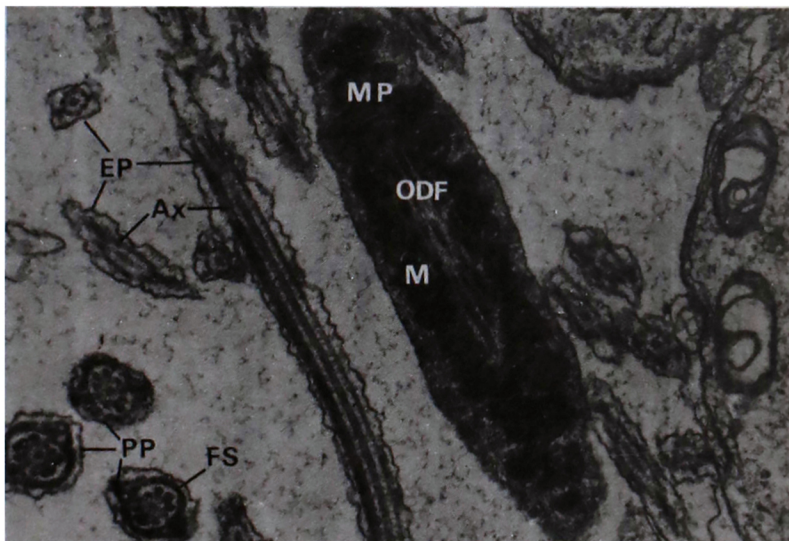
รูปที่ 13 ส่วนหัวของเซลล์เชื้อตัวผู้ acrosome (A) ภายใน head cap (HC) จะคลุม 2 ใน 3 ของ nucleus (N) ของเซลล์เชื้อตัวผู้ ส่วนคอ (NP) ของเซลล์เชื้อตัวผู้จะอยู่ระหว่างส่วนหัวและส่วนกลาง (MP) ส่วนกลางประกอบขึ้นจาก mitochondria (M) มาต่อกันแล้วขดเป็นวงรอบ outer dense fibers (ODF). S = Sertoli cell. x 34150.



รูปที่ 14 ส่วนกลาง (MP) และ principal piece (PP) ของเซลล์เชื้อตัวผู้ตัดตามขวางที่ส่วนกลางของเซลล์เชื้อตัวผู้จะพบ axoneme (Ax) อยู่ชั้นในสุด ถัดมาเป็น outer dense fibers (ODF) และ mitochondrial sheath (MS) ตามลำดับ สำหรับ principal piece นั้นจะมี fibrous sheath (FS) หุ้มรอบ outer dense fibers (ODF) แทน mitochondrial sheath. x 34150.



รูปที่ 15 ส่วนกลาง (MP) ของเซลล์เชื่อมตัวผู้ตัดเฉียงตรงระดับที่มี cytoplasmic droplet (CD) พบ vesicle (V) ผนังเรียบ, vacuoles (Vo) และ inclusion (I) ใน cytoplasmic droplet. M = mitochondria, ODF = outer dense fibers. x 34150.



รูปที่ 16 ส่วนกลาง (MP) ของเซลล์เชื่อมตัวผู้ตัดเฉียง principal piece (PP) ตัดตามขวาง และ end piece (EP) ตัดตามยาวและขวาง จะพบแต่ axoneme (Ax) เท่านั้น ที่ประกอบเป็นแกนกลางของ endpiece. FS = fibrous sheath, M = mitochondria, ODF = outer dense fibers. x 34150.

**เอกสารอ้างอิง**

- Bloom, W., and Fawcett, D.W. 1975. Male reproductive system. In : A Textbook of Histology. 11<sup>th</sup> Ed. Philadelphia, W.B. Saunders Company. pp. 805 - 857.
- Clermont, Y. 1960. Cycle of the seminiferous epithelium of the guinea pig. Fertil. Steril., 11:pp. 563-573.
- Dellmann, H.D., and Wrobel, K.H. 1981. Male reproductive system. In : Textbook of Veterinary Histology. 2<sup>nd</sup> Ed. Philadelphia, Lea and Febiger. pp. 282 - 308.
- Fawcett, D.W. 1981. The cell. 2<sup>nd</sup> Ed. Philadelphia. W.B. Saunders Company. pp. 369-406, 604-624.
- Kessel, R.G., and Kardon, R.H. 1979. Tissues and organs : a text - atlas of scanning electron microscopy. San Francisco. W.H. Freeman and company.
- Ortavant, R., Courot, M., and Hochereau - de Reviers, M.T. 1970. Spermatogenesis in domestic mammals. In : The Testis. Vol. III. Edited by A.D. Johnsons, W.R. Gomes and N.L. Van Demark. New York. Academic Press.
- Postek, M.T., Howard, K.S., Johnson, A. H., and McMichael, K.L. 1982. Specimen Preparation. In : Scanning Electron Microscopy. Burlington Vermont. Ladd Research Industries Inc.

## Summary

### Spermatogenic cells (Light and Electron Microscopy)

*Sumolya Kanchanapangka D.V.M., Ph.D.\**

Waves and stages of the cycle of the seminiferous epithelium are easily and economically demonstrated when sections of the testicle are treated with periodic acid Schiff reagent (PAS) then counterstained with hematoxylin. This combination aids in the visualization of the head cap and acrosomic system, all of which help to identify the various stages in the cycle of the seminiferous epithelium. Spermatogenic cells demonstrate with scanning and transmission electron microscopy though more time consuming and using much more complex and expensive processes in preparation, review a greater depth of field and elaborate more detail in an ultrastructural level.

---

\* Department of Veterinary Anatomy, Faculty of Veterinary Science, Chulalongkorn University.