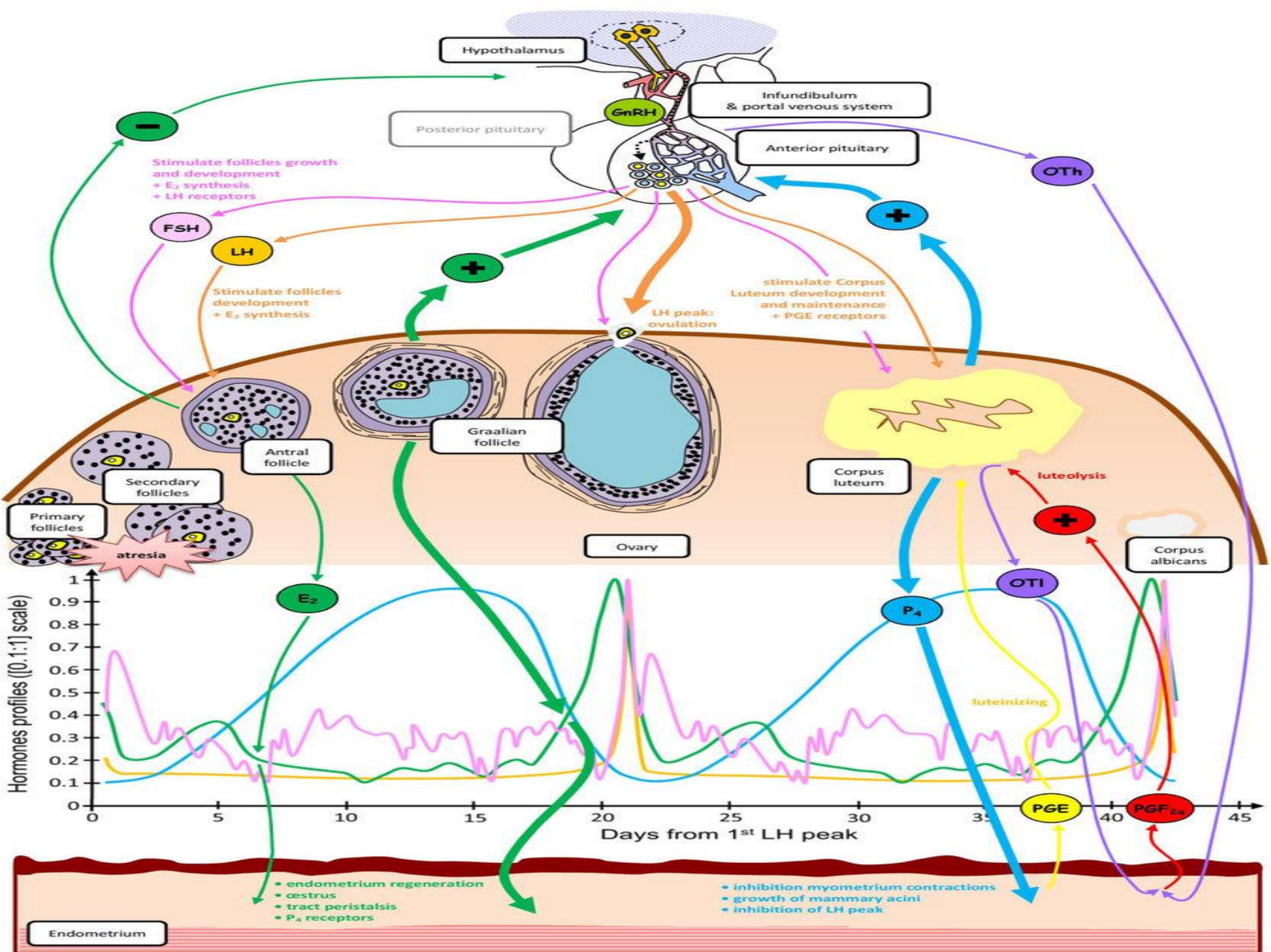


สรีรวิทยาระบบสืบพันธุ์โคเพศเมีย

สรีรวิทยา (Physiology)

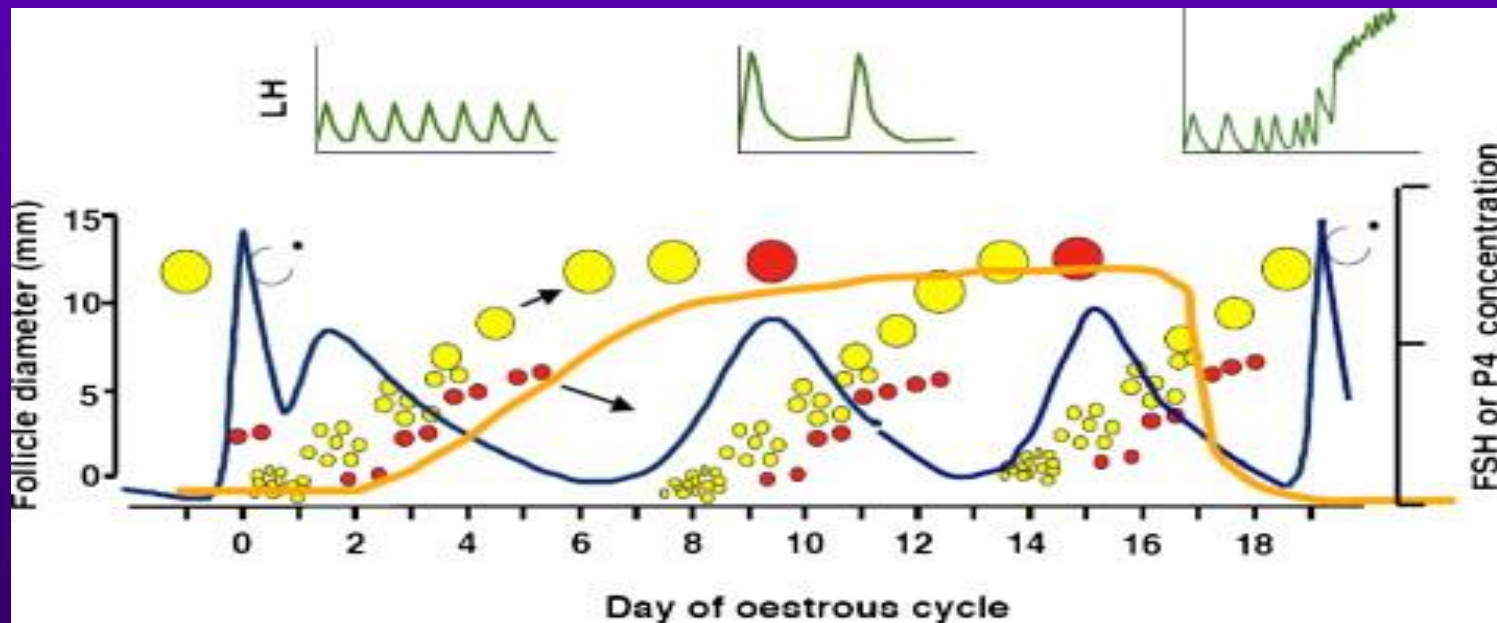


ต่อมไร้ท่อ (Endocrine gland)

ความรู้เรื่องต่อมไร้ท่อ(Endocrine gland) ได้มีการศึกษามาเป็นเวลานาน ตั้งแต่ ค.ศ. 322

ฮิปปอกเรติส (Hippocrates) และอริสโตเติล(Aristotle) กล่าวไว้ว่า “ภายในร่างกายของคนเราจะต้องมีกลไกคอยควบคุมหน้าที่ต่าง ๆ อย่างแน่นอน”

ค.ศ. 1902 เบริส(Bayliss) และ สตาริง (Staring) ได้ค้นพบสารที่สร้างจากเยื่อบุ
ลำไส้เล็ก และเรียกสารนั้นว่า ฮอว์โมน



ต่อมไร้ท่อ (Endocrine gland)

คือ ต่อมที่ไม่มีท่อ ซึ่งสามารถสร้างฮอร์โมน เพื่อกระตุ้นหรือยับยั้งให้อวัยวะภายในร่างกาย ทำหน้าที่ หรือเปลี่ยนแปลงหน้าที่ ตามชนิดฮอร์โมนนั้น ๆ

อวัยวะส่วนใดก็ตามที่ผลิตฮอร์โมน
อวัยวะส่วนนั้นถือเป็นต่อมไร้ท่อทั้งสิ้น

ฮอร์โมน (Hormone)

คือสารที่สร้างและหลั่งออกมาจากต่อมไร้ท่อ เข้าสู่กระแสเลือดหรือน้ำเหลืองเพื่อไปยังอวัยวะเป้าหมาย และกระตุ้นให้อวัยวะเป้าหมายทำหน้าที่ตามชนิดของฮอร์โมน นั้น ๆ

ฮอร์โมน สามารถแบ่งได้ 2 แบบ

1. แบ่งตามคุณสมบัติการละลาย

2. แบ่งตามโครงสร้างทางเคมี

แบ่งประเภทของฮอร์โมน ตามคุณสมบัติ
การละลาย แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

- ละลายได้ในน้ำแต่ไม่ละลายในไขมัน เช่น
โกรท ฮอร์โมน(GH)
- ละลายได้ในไขมันแต่ไม่ละลายในน้ำ เช่น
เอสโตรเจน (estrogen) , โปรเจสเตอโรน
(progesterone)

แบ่งประเภทของฮอร์โมน ตาม
โครงสร้างทางเคมี แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ

1. ฮอร์โมนที่มีโครงสร้างเป็นพอลิโปรตีน
(Protein) หรือโพลีเปปไทด์(Polypeptide) เช่น
ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอง , พาราไทรอยด์ ,
และตับอ่อน

2.ฮอร์โมนที่มีโครงสร้างเป็นพวก สเตอรอยด์ (Steroids) เช่น ฮอร์โมนเพศ ฮอร์โมนจากต่อมหมวกไตส่วนเปลือก (Adrenal cortex)

3. ฮอร์โมนที่มีโครงสร้างเป็นพวกฟีนอล (Phenol group) เช่น ฮอร์โมนเพศ ฮอร์โมนจากต่อมหมวกไตส่วนกลาง (Adrenal medulla)

กลไกการทำงานของฮอร์โมน

1. ฮอร์โมนโดยปกติจะไหลเวียนไปตามกระแสเลือดหรือน้ำเหลืองทั่วร่างกาย
2. เมื่อฮอร์โมนผ่านบริเวณที่เป็นจุดรับ (Receptor site) ที่มีตัวรับ (Receptor) ของฮอร์โมนชนิดนั้น ๆ อยู่ ฮอร์โมนจะจับกับตัวรับ

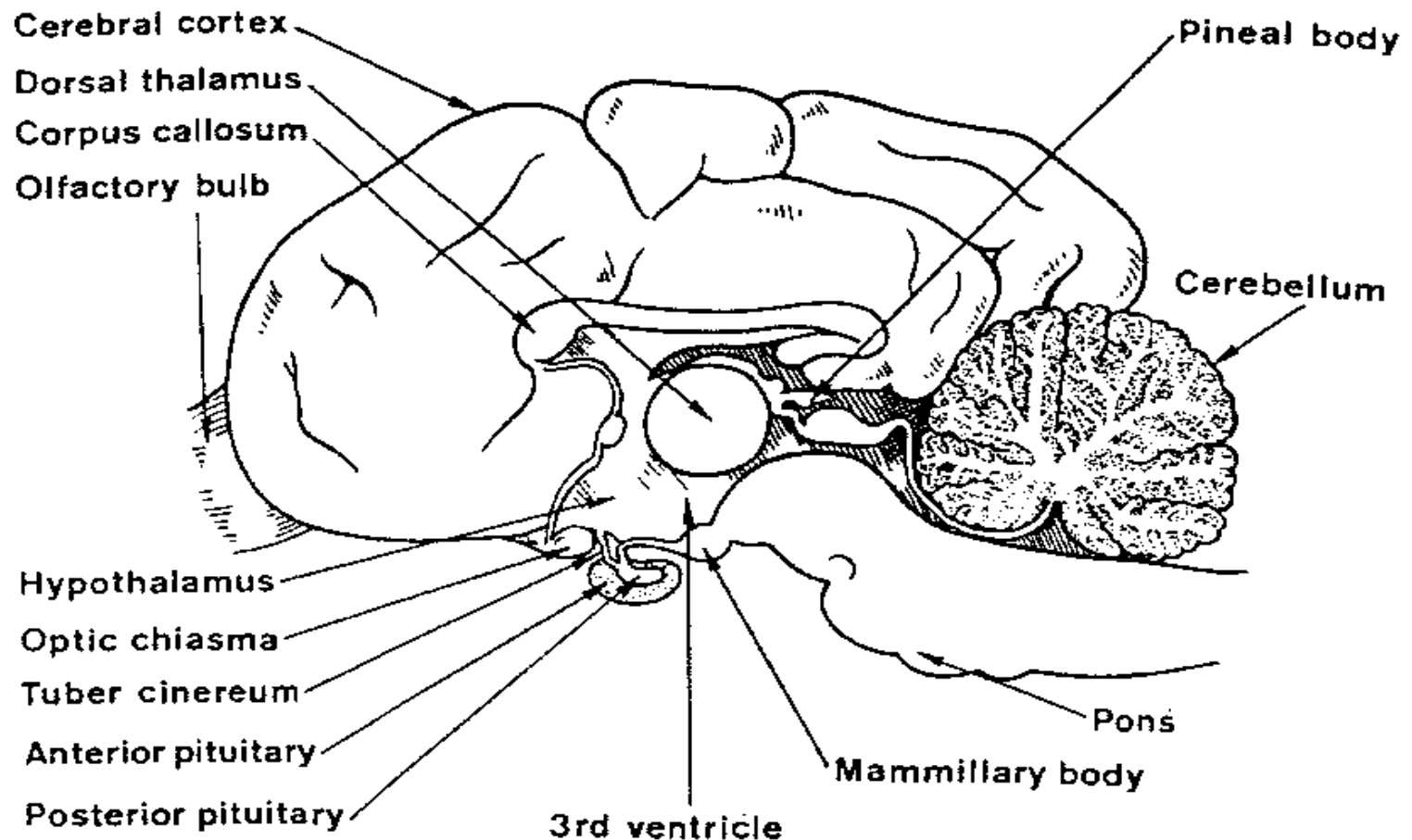
3. ตัวรับจะเป็นเฉพาะชนิดของฮอร์โมนแต่
ละชนิด ไม่ซ้ำกัน

4. จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี
กระตุ้นให้ องค์กรประกอบต่าง ๆ ในเซลล์ทำหน้าที่

ต่อมไร้ท่อที่สำคัญในการสร้างฮอร์โมนที่มีผลต่อระบบสืบพันธุ์

1. ไฮโปทาลามัส (Hypothalamus)
2. ต่อมใต้สมองส่วนหน้า (Anterior Pituitary gland)
3. ต่อมใต้สมองส่วนหลัง (Posterior Pituitary gland)
4. รังไข่ (Ovary)
5. มดลูก (Uterus)
6. รก (Placenta)
7. ต่อมหมวกไต (Adrenal gland)
8. ต่อมไทรอยด์ (Thyroid gland)

ไฮโปธาลามัส(Hypothalamus)



ไฮโปธาลามัส (Hypothalamus)

เป็นส่วนหนึ่งของสมอง ในระบบประสาท
ส่วนกลาง

สร้างฮอร์โมน

- โกนาโดโทรปิน รีลีส ซิ่ง ฮอร์โมน
(Gonadotropin releasing hormone) เรียกย่อ ๆ
ว่าจีเอ็น อาร์เอช(Gn-RH)
- ออกซิโทซิน(Oxytocin)

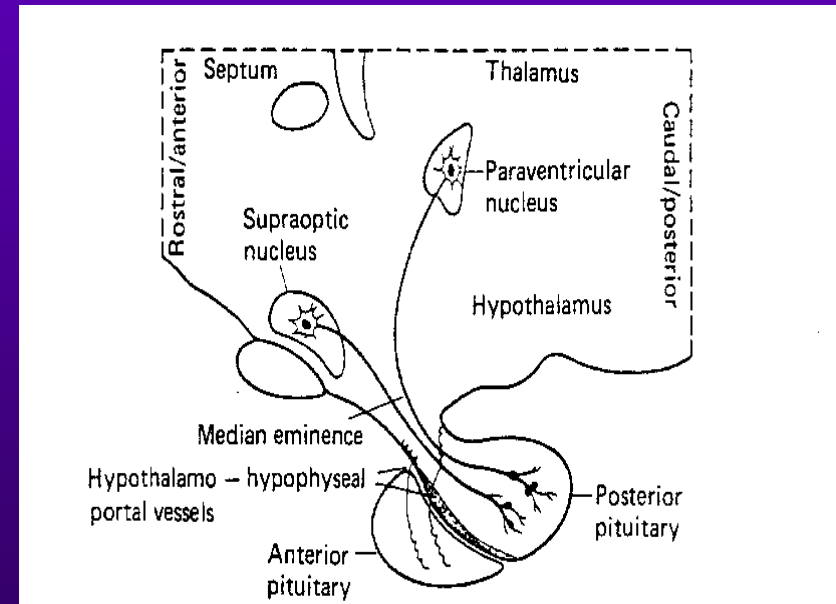
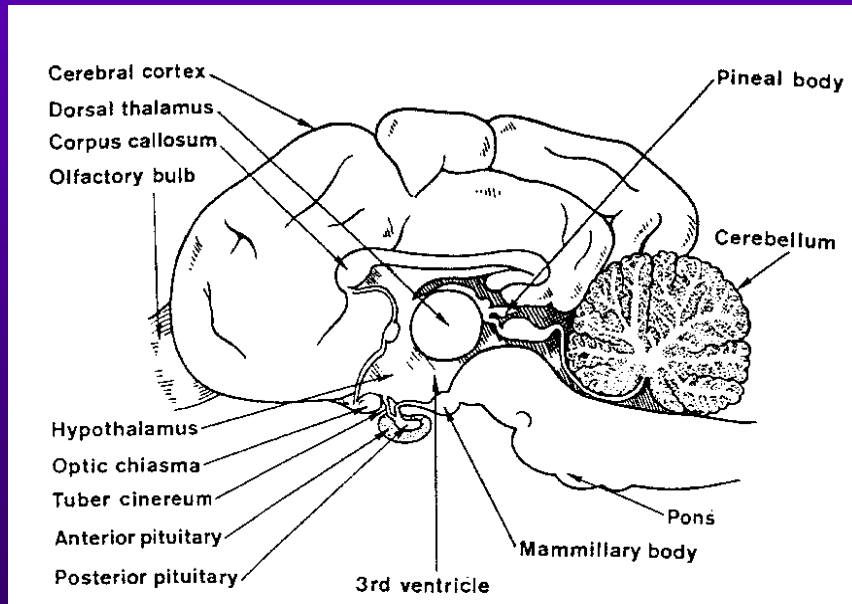
หน้าที่หลักของ GnRH

กระตุ้นหรือยับยั้งต่อมใต้สมองส่วนหน้า สร้างและ
หลั่งโกนาโดโทรปิน (Gonadotropin (Gn)) 2
ชนิด

1.ฟอลลิเคิล สติมูเลตติ้ง ฮอร์โมน
(Follicle stimulating hormone) เรียกย่อ ๆ
ว่าเอฟเอสเอช (FSH)

2.ลูทีไนซิง ฮอร์โมน (Luteinizing
hormone) เรียกย่อ ๆ ว่าแอลเอช (LH)

ต่อมใต้สมองส่วนหน้า (Anterior Pituitary gland)

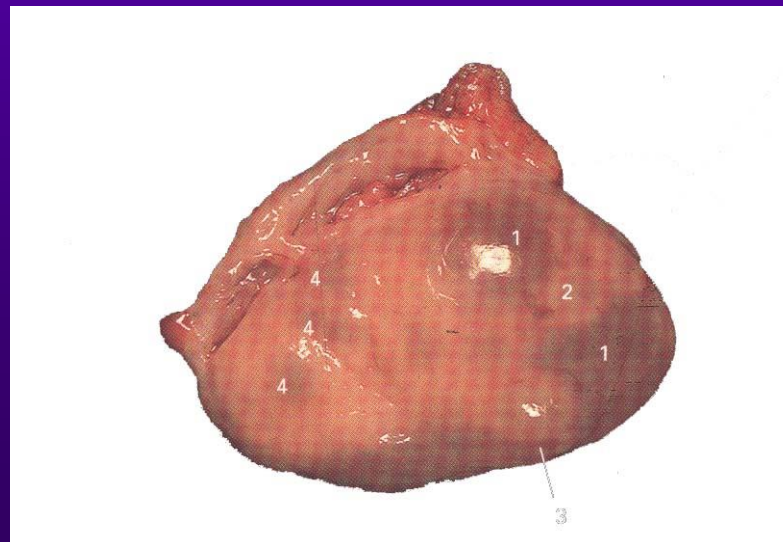


ต่อมใต้สมองส่วนหน้า (Anterior Pituitary gland)

สร้างและหลั่งฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์ ได้แก่

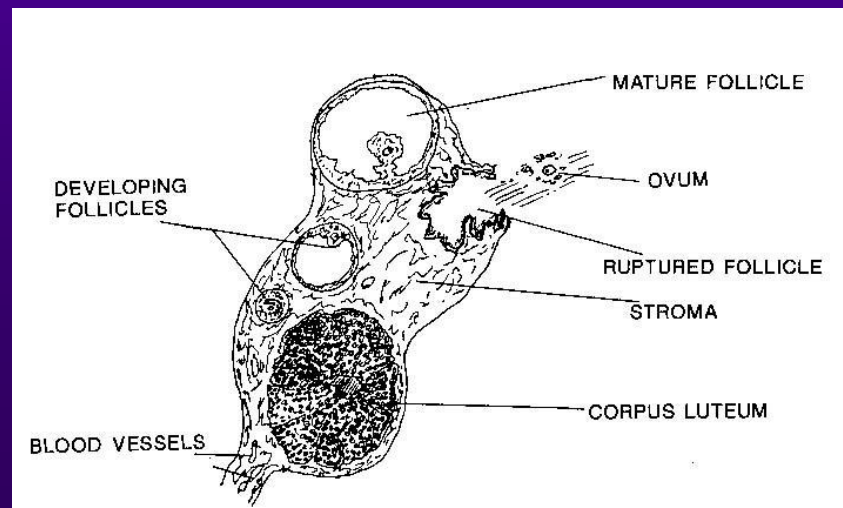
1.ฟอลลิเคิล สติมูเรตติ้ง ฮอว์โมน
(Follicle stimulating hormone) หรือเรียก
ย่อ ๆ ว่าเอฟเอสเอช(FSH)

ไปกระตุ้นการเจริญเติบโตของฟอลลิ
เคิล (Follicle) บนรังไข่



2.ลูทีไนซิง ฮอร์โมน(Luteinizing hormone) หรือเรียกย่อ ๆ ว่าแอลเอช(LH))

ทำให้เกิดการตกไข่ (Ovulation)
กระตุ้นให้เซลล์บนรังไข่เปลี่ยนเป็นก้อนเนื้อ
เหลือง(Corpus luteum)



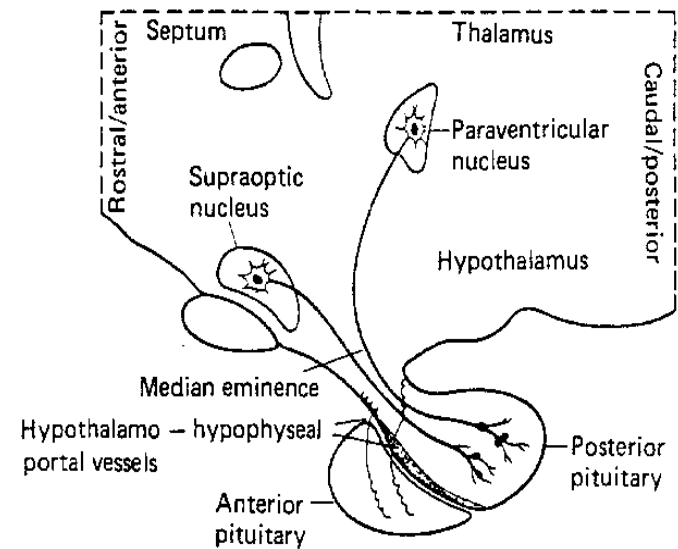
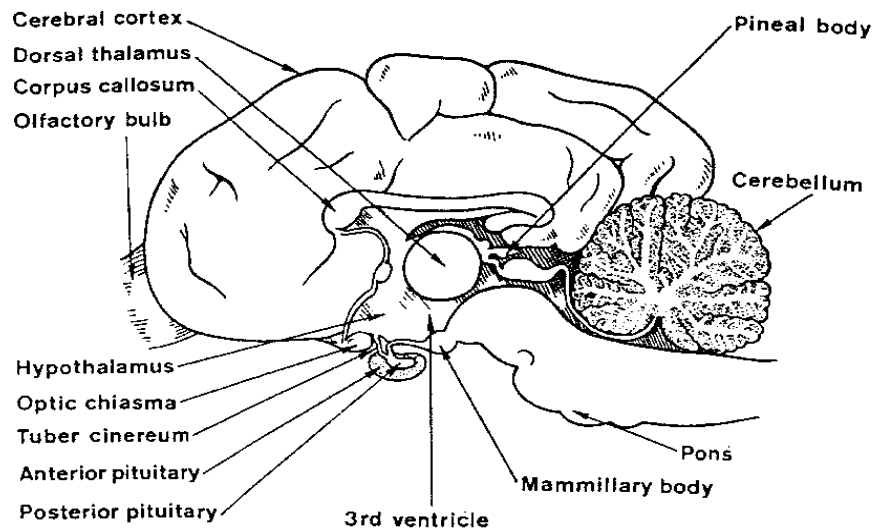
ในสตรีที่ตั้งครรภ์ รกของสตรีตั้งครรภ์สามารถ
สร้างสารซึ่ง

1.ออกฤทธิ์ได้คล้ายกับลูทีไนซิง
ฮอร์โมน(LH)

2สามารถนำมาใช้แทนลูทีไนซิง
ฮอร์โมน(LH)

เรียกว่าฮิวแมน โครริโอนิค โกลนาโด
โทรปีน(human chorionic gonadotropin)
หรือ เอชซีจี (HCG)

ต่อมใต้สมองส่วนหลัง (Posterior Pituitary gland)

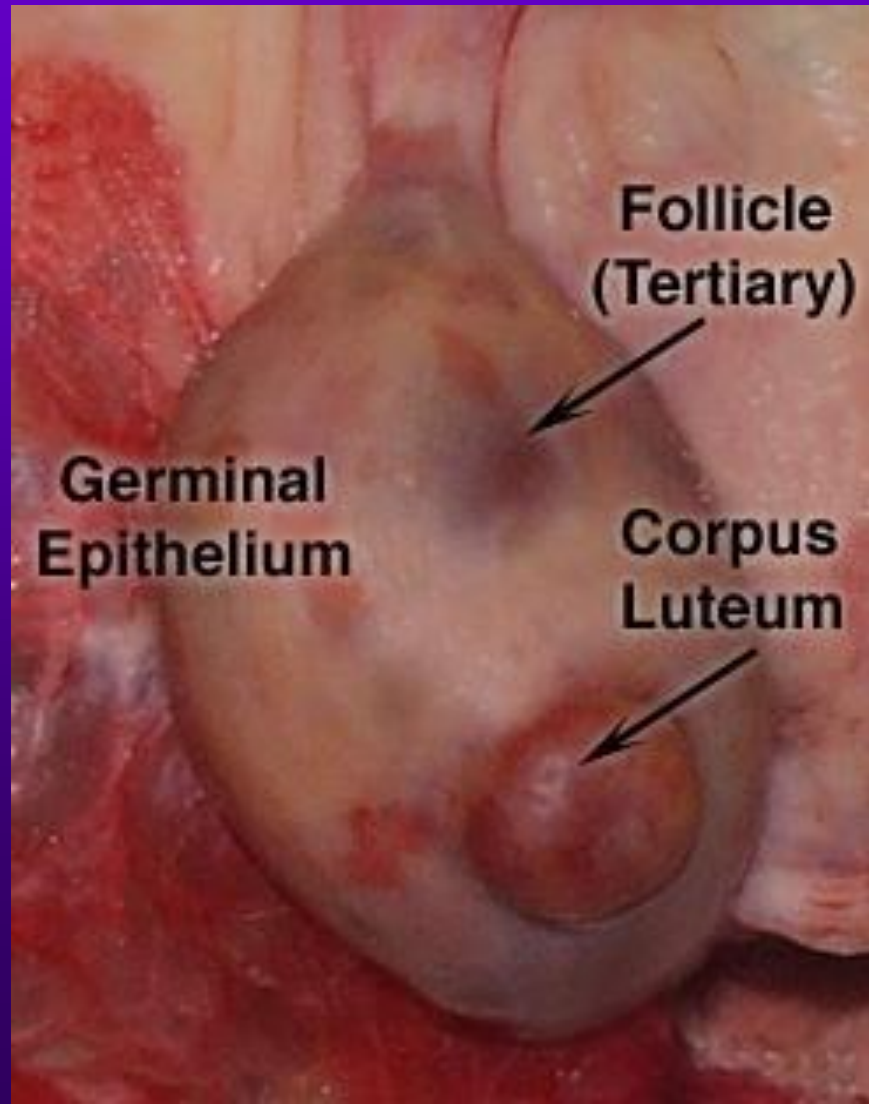


ต่อมใต้สมองส่วนหลัง (Posterior Pituitary gland)

ไม่มีหน้าที่สร้างฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์

มีหน้าที่เก็บสะสมและหลั่งฮอร์โมนบางชนิด ได้แก่ ฮอร์โมนออกซิโทซิน (Oxytocin) ซึ่งสร้างจากไฮโปธาลามัส (Hypothalamus)

รังไข่ (Ovary)



รังไข่ (Ovary) มีหน้าที่

- สร้างไข่เพื่อการผสมพันธุ์
- สร้างฮอร์โมนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์



1.สร้างฮอร์โมนเอสโตรเจน (Estrogen)

2.สร้างอินฮิบิน (Inhibin)

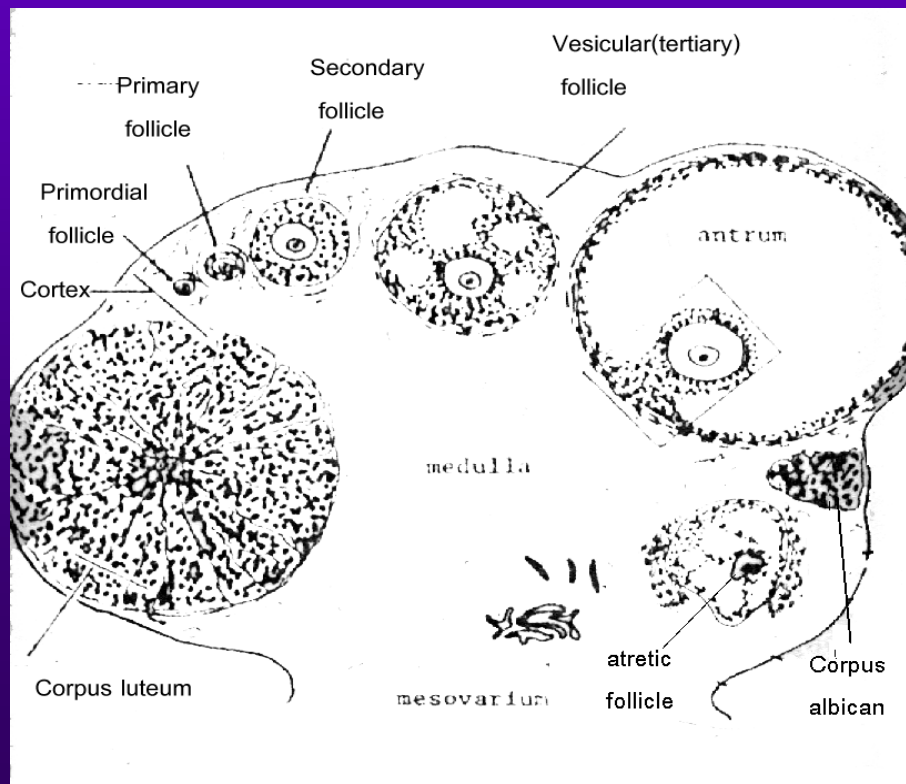
3.สร้างแอกติวิน (Activin)

4.สร้างฟอลลิสแตติน (Follistatin)

5.สร้างฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน
(Progesterone)

6.สร้างรีแลกซิน(Relaxin)

1.ฮอร์โมนเอสโตรเจน (Estrogen, E2) สร้างจากเซลล์แกรนูโลซา (granulosa) ซึ่งเป็นเซลล์ที่อยู่ด้านในของฟอลลิเคิล



เอสโตรเจน

เป็นฮอร์โมนที่ทำให้โคแสดงอาการเป็นสัด

ทำให้โคมีเมือกใสไหลจากช่องคลอด

ระบบสืบพันธุ์ทั้งระบบแข็งขึ้นและยืดหยุ่นมากขึ้น

2. อินฮิบิน

สร้างจากเซลล์แกรนูโลซา (granulosa) ซึ่งเป็นเซลล์ที่อยู่ด้านในของฟอลลิเคิล

ทำหน้าที่ยับยั้งจีเอ็น-อาร์เอช

3. แอคติวิน (Activin)

สร้างจากเซลล์แกรนูโลซา (granulosa cell) ของฟอลลิเคิล

กระตุ้นการสร้างและหลั่งฮอร์โมนเอฟเอสเอช (FSH)

ยับยั้งการผลิตฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน (progesterone)

ป้องกันการสร้างเซลล์ลูเตียล (luteal cell) ของช่องว่างในฟอลลิเคิล

4. ฟอลลิสเตติน (Follistatin)

- สร้างจากเซลล์แกรนูโลซา (granulosa cell) ของฟอลลิเคิล
- ฟอลลิสเตตินจะทำงานจะตรงข้ามกับแอสติวีน
- มีฤทธิ์ยับยั้งการสร้างและหลั่งฮอร์โมนเอฟเอสเอช (FSH)
- ช่วยให้เซลล์แกรนูโลซาเปลี่ยนเป็นลูทีเยล
- ช่วยให้เกิดการเสื่อมสลายของฟอลลิเคิล

5. โปรเจสเตอโรน (Progesterone)

สร้างจากเซลล์เดี่ยล (Luteal cell) ของก้อน
เนื้อเหลือง (Corpus Luteum)



โปรเจสเตอร์โรน (P4) เป็นฮอร์โมนที่ทำให้มดลูกอยู่นิ่ง ๆ ไม่เคลื่อนไหว

มดลูกภายใต้อิทธิพลของฮอร์โมน โปรเจสเตอร์โรนจะนิ่มเหลว

โปรเจสเตอร์โรนยังยับยั้งการหลั่งฮอร์โมนแอลเอช (LH) ที่สร้างจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า

6.รีแลกซิน(Relaxin)

สร้างจากเซลล์ลูเตียล(Luteal cell)
ของก้อนเนื้อเหลือง(Corpus luteum)

เพื่อช่วยให้กระดูกเชิงกรานและคอมดลูกขยายตัวขณะคลอด

มดลูก (Uterus)



มดลูก (Uterus)

สร้างฮอร์โมนที่สำคัญได้แก่ พรือสตา
แกรนดินเอฟทูอัลฟา ($\text{PGF}_{2\alpha}$)

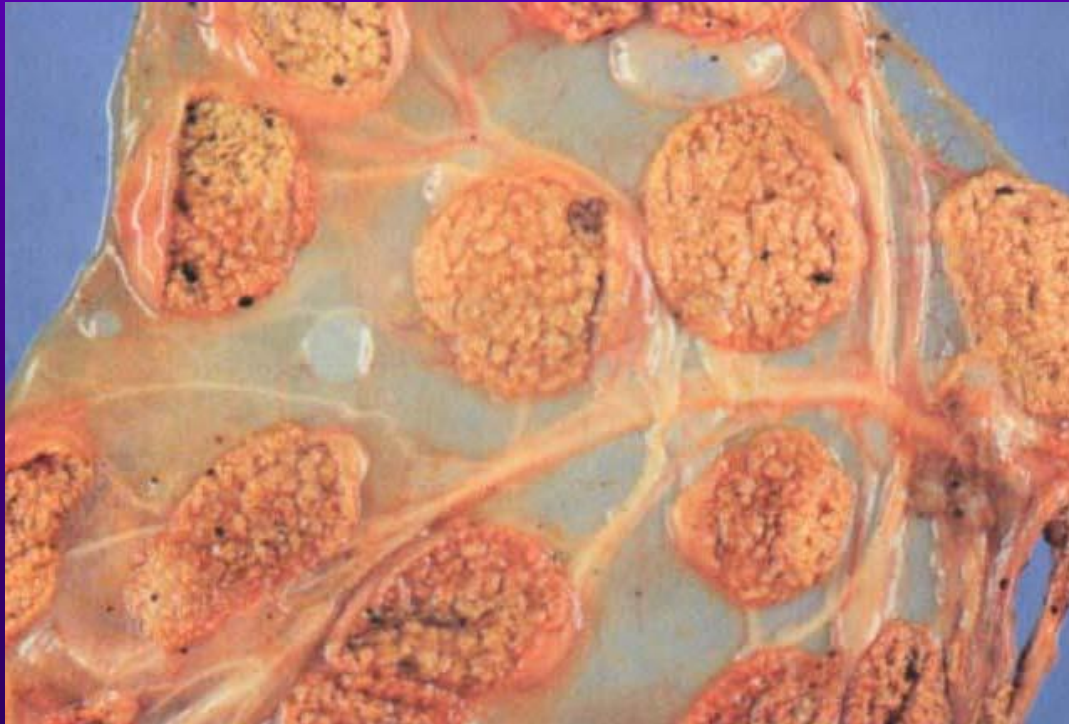
$\text{PGF}_{2\alpha}$ ทำให้ก้อนเนื้อเหลืองบนรังไข่
(Corpus luteum) เกิดการสลายตัว และทำ
ให้มดลูกเกิดการบีบตัว

รก (Placenta)

สามารถสร้างฮอร์โมนได้หลายชนิดในแต่ละช่วงของการตั้งครรภ์

ในระยะการตั้งครรภ์ รกจะช่วยก้อนเนื้อเหลือง (Corpus luteum) สร้างฮอร์โมน โปรเจสเตอโรน (Progesterone)

ช่วงใกล้คลอด รกจะสร้างฮอร์โมน
เอสโตรเจน(Estrogen) และพืจีเอฟ
ทูอัลฟา(PGF_{2α}) เพื่อให้มดลูกบีบตัวขับลูก
ออกไป

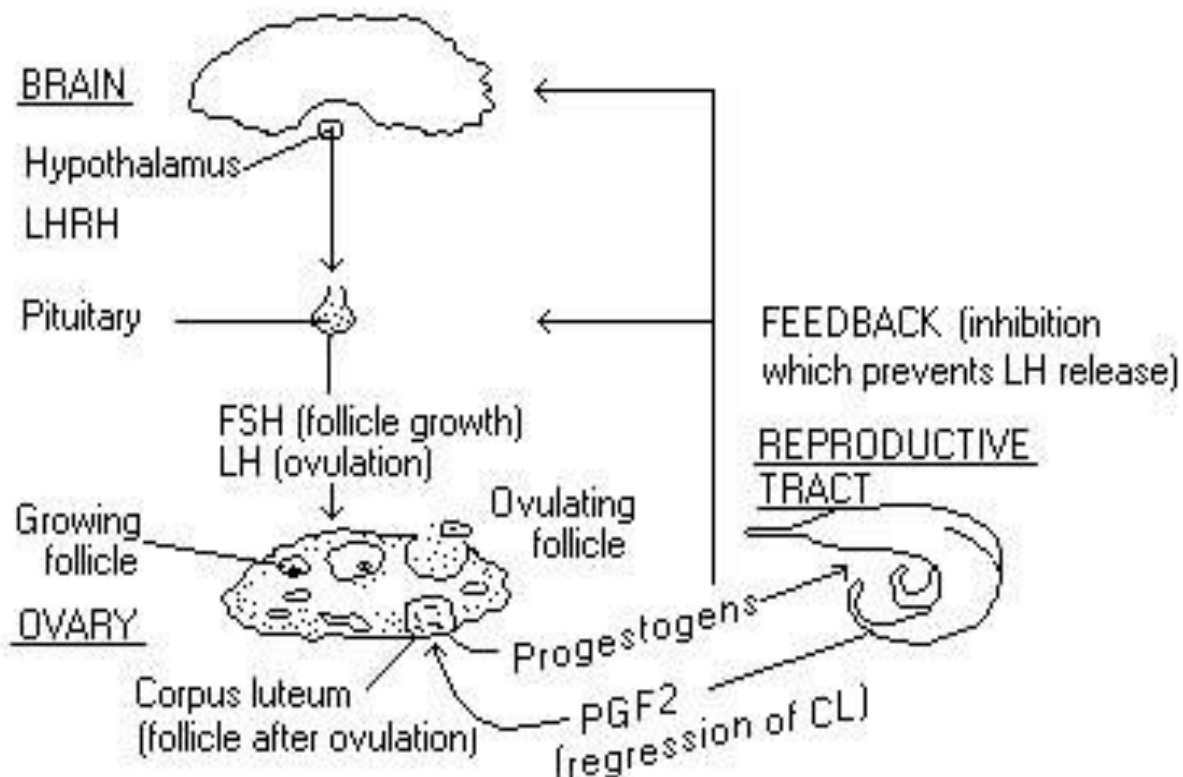


รกขของคณย้งสามารถสร้างฮอร์โมนเอชซีจี(HCG) ซึ่อกกฤทธุ์คล้ายกับฮอร์โมนแอลเอช(LH) แต่มีระยะเวลาออกฤทธุ์นานกว่า

รกม้่าจะสามารถสร้างพีเอ็มเอสจี(PMSG) หรือ อีซีจี(ESG) ซึ่อกกฤทธุ์คล้ายเอฟเอสเอช(FSH) แต่มีระยะเวลาออกฤทธุ์นานกว่า

สรุปฮอร์โมนที่สำคัญ

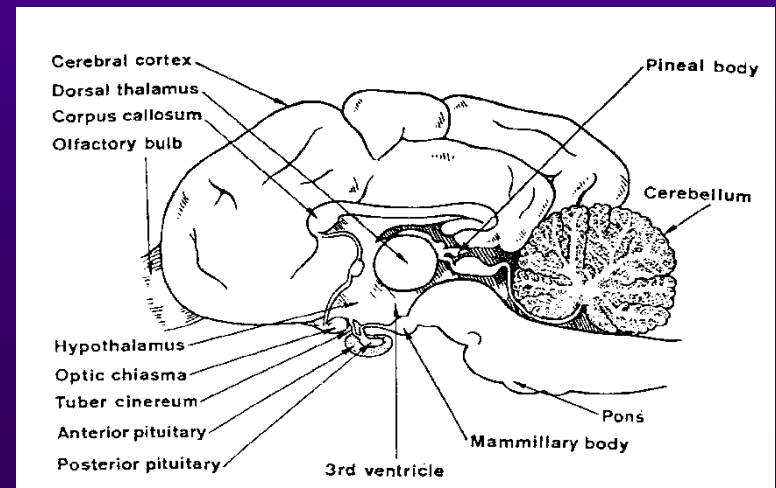
HORMONAL CONTROL OF REPRODUCTION



โกนาโดโทรปิน รีลีสซิ่ง ฮอร์โมน (Gonadotropin releasing hormone)

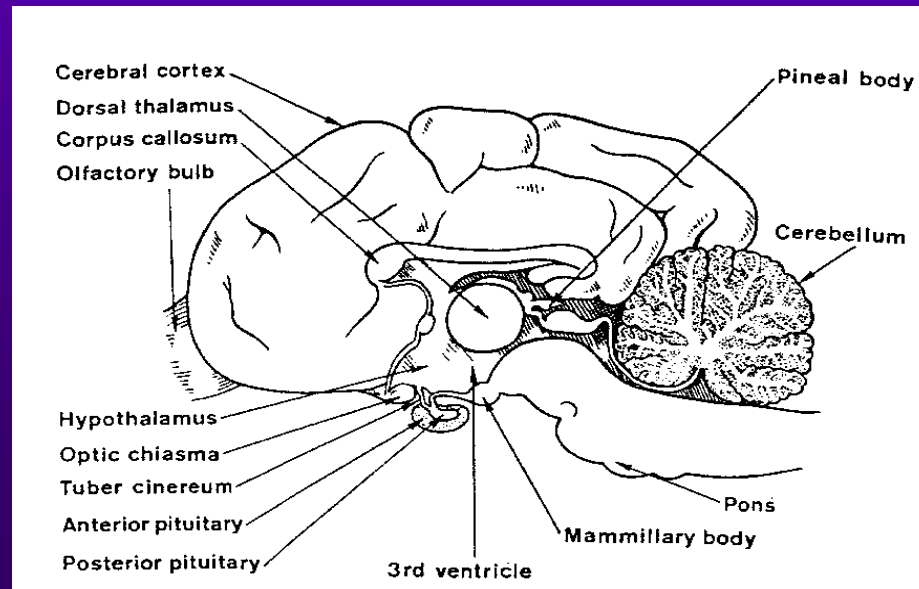
เรียกย่อ ๆ ว่าจีเอ็น อาร์เอช(Gn-RH)

สร้างจากไฮโปธาลามัส
(Hypothalamus)



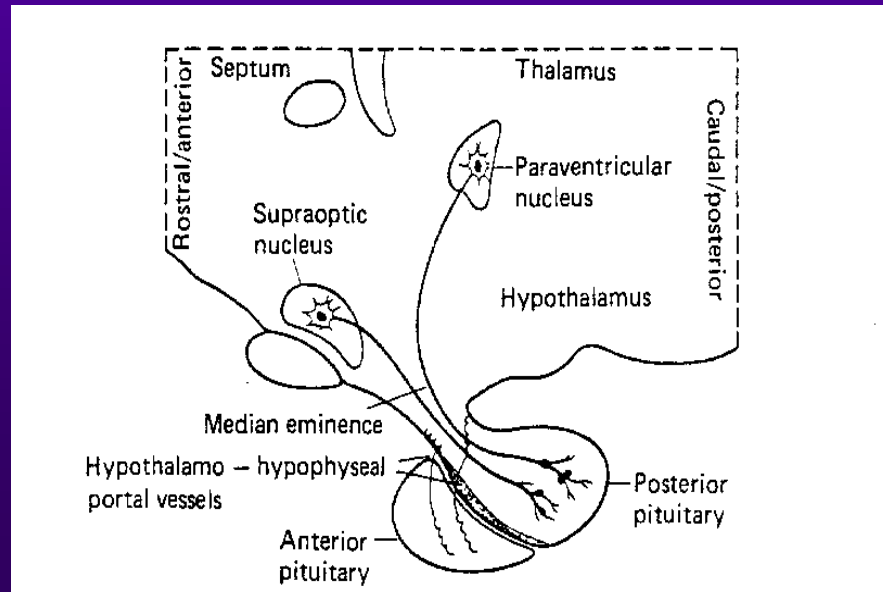
หน้าที่

กระตุ้นให้ต่อมใต้สมองส่วนหน้า
(Anterior Pituitary gland) สร้างและหลั่ง
โกนาโดโทรปิน (Gonadotropin (Gn)) 2
ชนิด ได้แก่



-ฟอลลิเคิล สติมูเลตติ้ง ฮอว์โมน
(Follicle stimulating hormone) เรียกย่อ
ๆ ว่าเอฟเอสเอช(FSH)

-ลูทีไนซิง ฮอว์โมน(Luteinizing
hormone) เรียกย่อ ๆ ว่าแอลเอช (LH)



ฟอลลิเคิล สติมูเลตติ้ง ฮอโมน (Follicle stimulating hormone)

เรียกย่อ ๆ ว่าเอฟเอสเอช(FSH)

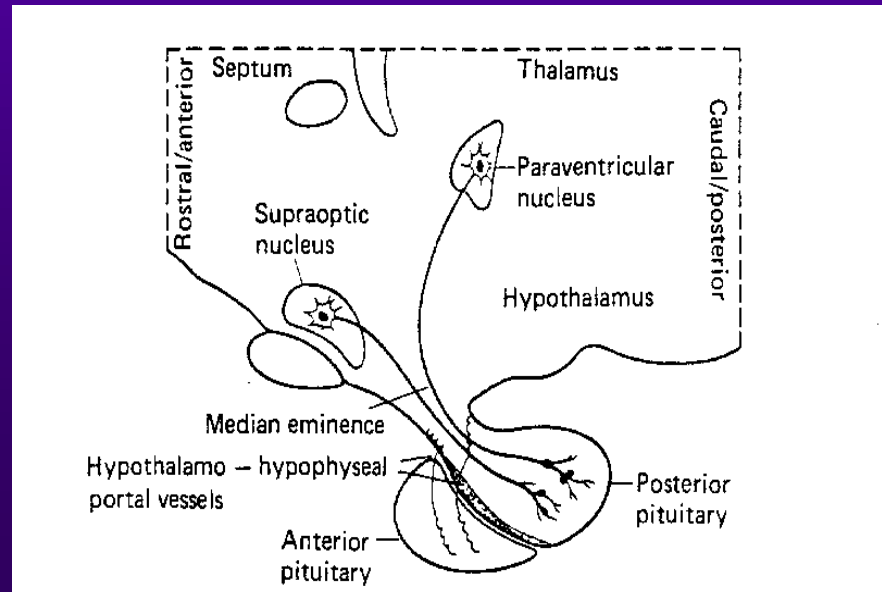
สร้างจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า

หน้าที่กระตุ้นการเจริญเติบโตของฟอลลิเคิล(Follicle) บนรังไข่

ลูทีไนซิง ฮอร์โมน(Luteinizing hormone)

เรียกย่อ ๆ ว่าแอลเอช(LH))

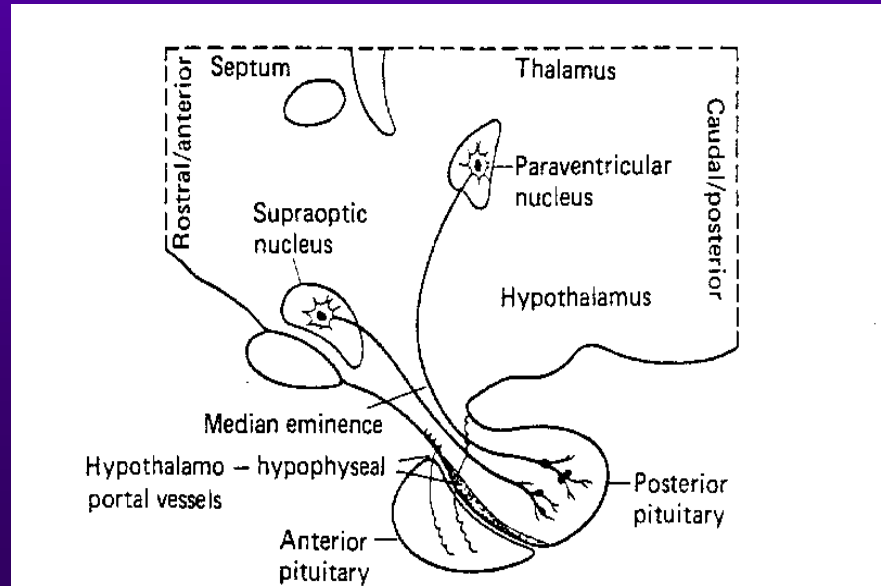
สร้างจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า



หน้าที่

ทำให้เกิดการตกไข่ (Ovulation)

หลังการตกไข่ ยังกระตุ้นให้เซลล์บนรังไข่เปลี่ยนเป็นก้อนเนื้อเหลือง(Corpus luteum)



ออกซีโทซิน(Oxytocin)

สร้างจากไฮโปธาลามัส
(Hypothalamus) และส่งมาเก็บสะสมไว้ที่
ต่อมใต้สมองส่วนหลัง

หน้าที่ของออกซีโทซิน(Oxytocin) คือ
กระตุ้นให้มดลูกมีการบีบตัว และเต้านมมีการ
หลั่งน้ำนม

ฮอร์โมนเอสโตรเจน (Estrogen)

สร้างจากเซลล์แกรนูโลซา
(granulosa) ของ ฟอลลิเคิล(follicle)
ของรังไข่

ทำให้โคแสดงอาการเป็นสัด



เอสโตรเจน(Estrogen) ปริมาณน้อย ๆ
จะช่วยกระตุ้นการสร้างและหลั่งฮอร์โมน
เอฟเอสเอช(FSH)

ฮอร์โมนเอสโตรเจน (Estrogen)
ปริมาณมาก ๆ จะยับยั้งการสร้างและหลั่ง
ฮอร์โมนเอฟเอสเอช (FSH)



อินฮิบิน(Inhibin)

สร้างจากเซลล์แกรนูโลซา
(granulosa cell) ของฟอลลิเคิล ของรังไข่

หน้าที่ ยับยั้งจีเอ็น-อาร์เอช(Gn-RH)
ที่มีต่อเอฟเอสเอช(FSH) ทำให้เอฟเอสเอช(FSH) ลดลง

แอกติวีน(Activin)

สร้างจากเซลล์แกรนูโลซา
(granulosa cell) ของฟอลลิเคิล ของรังไข่



หน้าที่

กระตุ้นการสร้างและหลั่งฮอร์โมน
เอฟเอสเอช (FSH)

ยับยั้งการผลิตฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน
(progesterone)

ป้องกันการสร้างเซลล์ลูเตียล (luteal
cell)

ฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน (Progesterone)

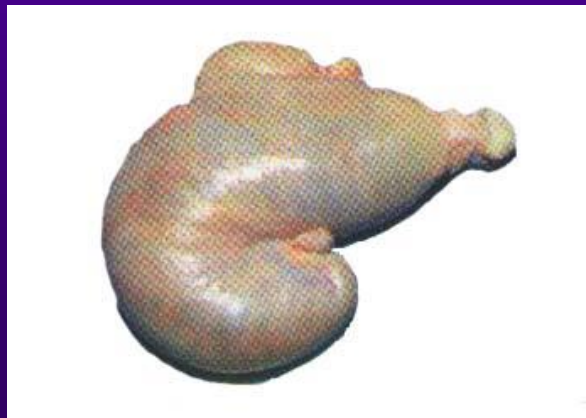
สร้างจากเซลล์ลูเตียล(Luteal cell) ของ
ก้อนเนื้อเหลือง(Corpus Luteum) ของรังไข่



หน้าที่

ควบคุมการตั้งท้อง โดยทำให้มดลูก
อยู่นิ่ง ๆ ไม่เคลื่อนไหว

ยังยับยั้งการหลั่งฮอร์โมนแอลเอชที่
สร้างจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า



พริอสต้าแกรนดินเอฟทูอัลฟา ($\text{PGF}_{2\alpha}$)

สร้างจากมดลูก

หน้าที่

ทำให้ก้อนเนื้อเหลืองบนรังไข่ (Corpus luteum) เกิดการสลายตัว

ทำให้มดลูกเกิดการบีบตัว

ต่อมหรืออวัยวะ	สร้างฮอร์โมน	หน้าที่หลักของฮอร์โมน
Hypothalamus	Gonadotrophin releasing hormone(Gn-RH)	กระตุ้นให้มีการสร้างและหลั่ง FSH และ LH
	Prolactin releasing hormone (PRF)	กระตุ้นให้มีการสร้างและหลั่ง Prolactin

ต่อมหรือ อวัยวะ	สร้างฮอร์โมน	หน้าที่หลักของฮอร์โมน
Anterior pituitary	Follicle stimulating hormone (FSH)	กระตุ้นให้ Follicle เจริญ การสร้าง Estrogen
	Luteinizing hormone (LH)	กระตุ้นให้เกิดการตกไข่ทำ ให้ Corpus Luteum เจริญ และทำหน้าที่สร้างฮอร์โมน
	Prolactin	กระตุ้นให้เกิดการการสร้าง และหลั่งน้ำนม
	Adrenocorticotrophic hormone (ACTH)	กระตุ้นให้มีการสร้างและ หลั่ง Glucocorticoids

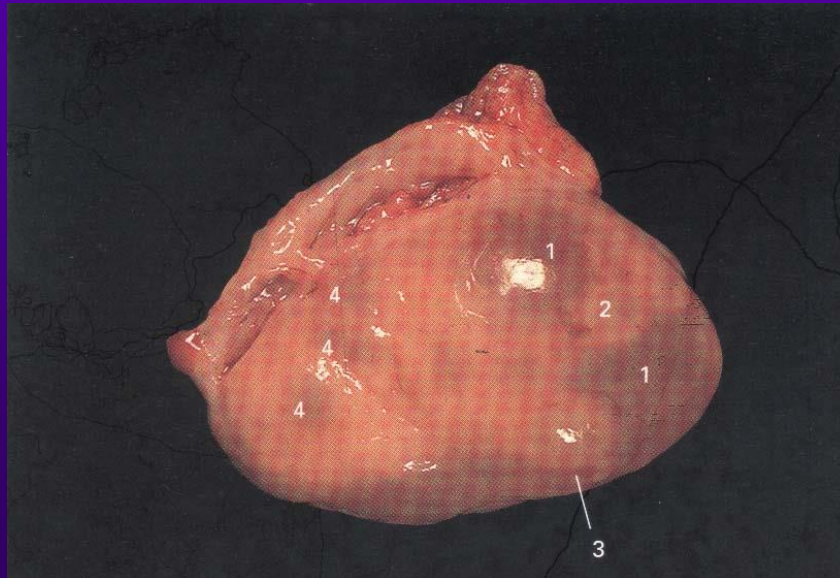
ต่อมหรือ อวัยวะ	สร้างฮอร์โมน	หน้าที่หลักของ ฮอร์โมน
Posterior pituitary	Oxytocin (สร้างจาก Hypothalamus)	เกิดการคลอด การหลั่งน้ำนม
	Vasopressin หรือ Antidiuretic hormone (ADH) (สร้างจาก Hypothalamus)	กระตุ้นให้เกิดการดูด น้ำกลับ ที่ไตมากขึ้น

ต่อมหรือ อวัยวะ	สร้างฮอร์โมน	หน้าที่หลักของ ฮอร์โมน
Ovary	Estrogen(estradiol)	การแสดงอาการเป็น สัด
	Progesterone	การตั้งท้อง การเจริญ ของเต้านม ขัดขวาง LH
	Relaxin	การขยายใหญ่ของ pelvis การขยายของ Cervix

ต่อมหรือ อวัยวะ	สร้างฮอร์โมน	หน้าที่หลักของ ฮอร์โมน
Placenta	Estrogen Progesterone Relaxin	(เหมือนรังไข่)
Uterus	Prostaglandin $F_{2\alpha}$ (PGF 2α)	การคลอด การสลาย CL

การเจริญของไข่ในรังไข่

รังไข่ ทำหน้าที่ในการสร้างไข่ (ovum) และสร้างฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์

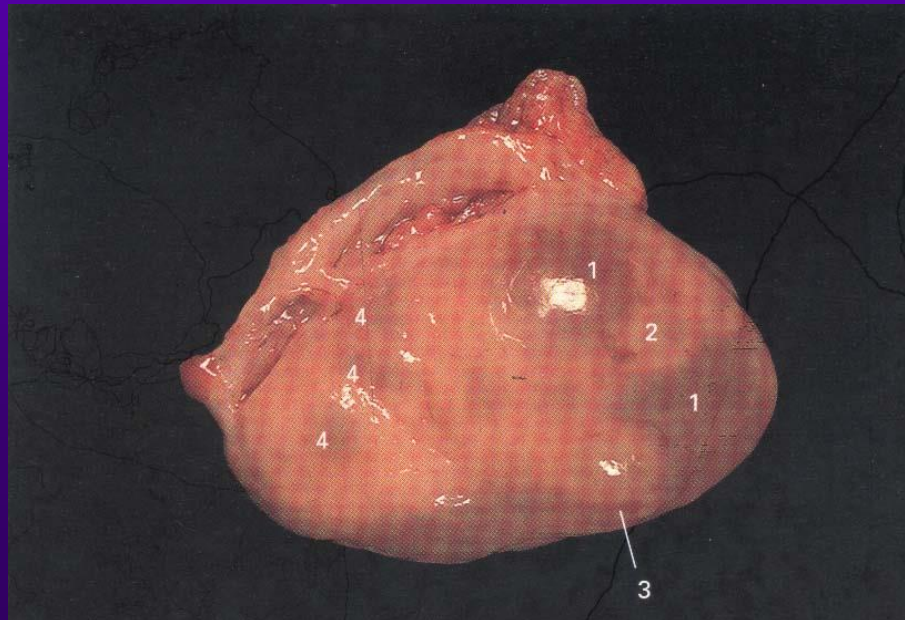


หากนำรังไข่ออกมาจากตัวโค และดู
ด้วยตาเปล่า จะพบว่ารังไข่ ส่วนใหญ่ มีถุงน้ำ
ใส ๆ ใบเล็ก ๆ อยู่เป็นจำนวนมาก



บางรังไข่ มีถุงน้ำใส ๆ ใบบางใหญ่

ถุงน้ำใส ๆ ที่เห็นนั้น เรียกว่า ฟอลลิเคิล(Follicle)



บางรังไข่อาจพบก้อนเนื้อนุ่มขึ้นมาจาก
ผิวรังไข่ มีสีเหลืองแดง เรียกก้อนเนื้อนั้นว่า
ก้อนเนื้อเหลือง(Corpus luteum)



ทุก ๆ ฟอลลิเคิล(Follicle) จะมีไข่อ่อน (Oocyte) อยู่ภายใน

แต่ละฟอลลิเคิลจะมีไข่อ่อนเพียง 1 ฟองถูกบรรจุอยู่

ถ้าฟอลลิเคิลมีการพัฒนาเจริญเติบโต ไข่อ่อนที่อยู่ภายในก็จะมีการพัฒนาเจริญเติบโตไปด้วย

การพัฒนาเจริญเติบโตของฟอลลิเคิล
เริ่มจาก



ไพรมอเดียล ฟอลลิเคิล(Primordial
follicle)



ไพรมารี ฟอลลิเคิล(Primary follicle)



เซคันดารี ฟอลลิเคิล(Secondary follicle)

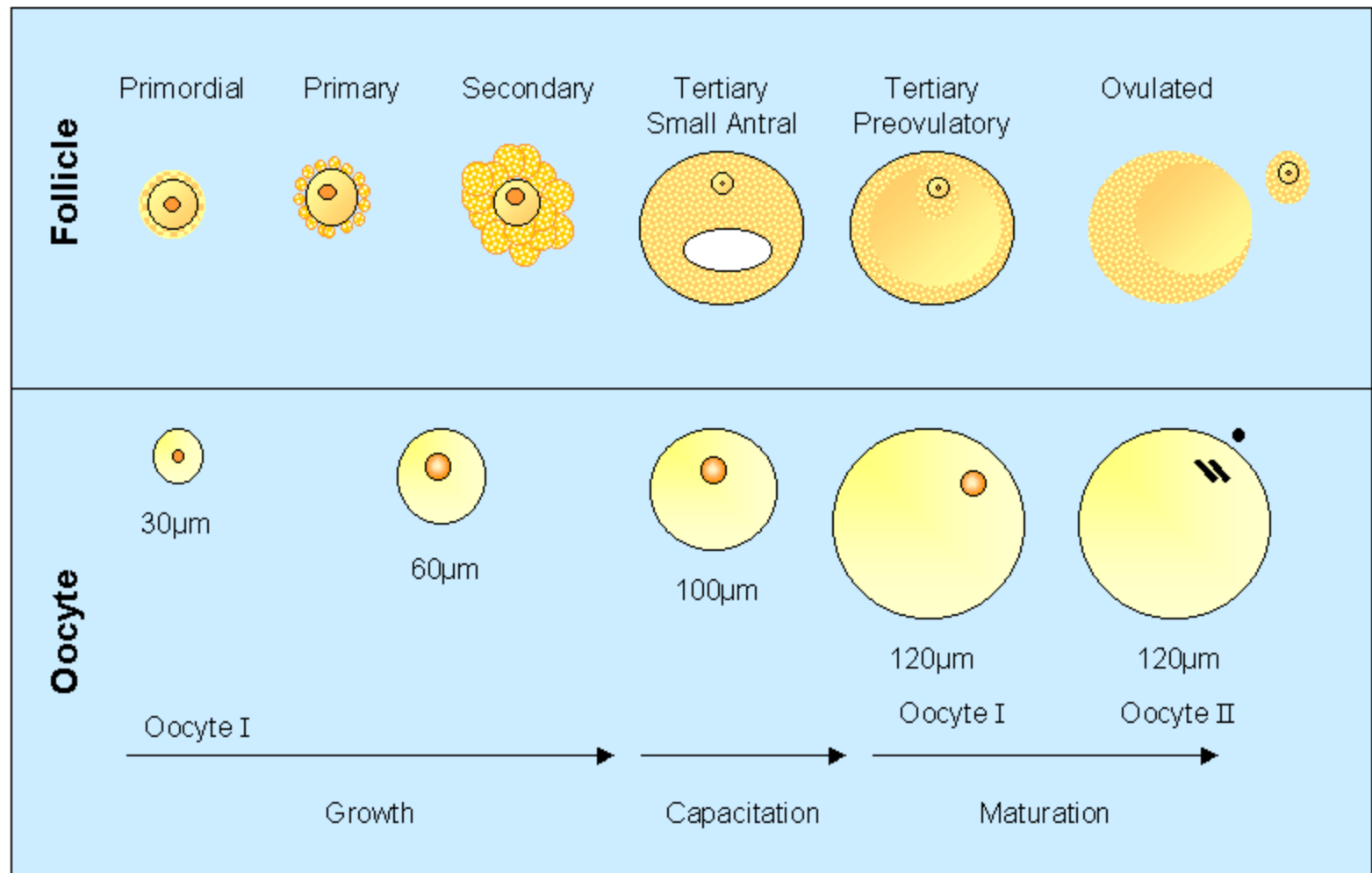




โกอิ่ง ฟอลลิเคิล หรือดีเวลลอปป์ง ฟอลลิเคิล (Growing follicle หรือ developing follicle)

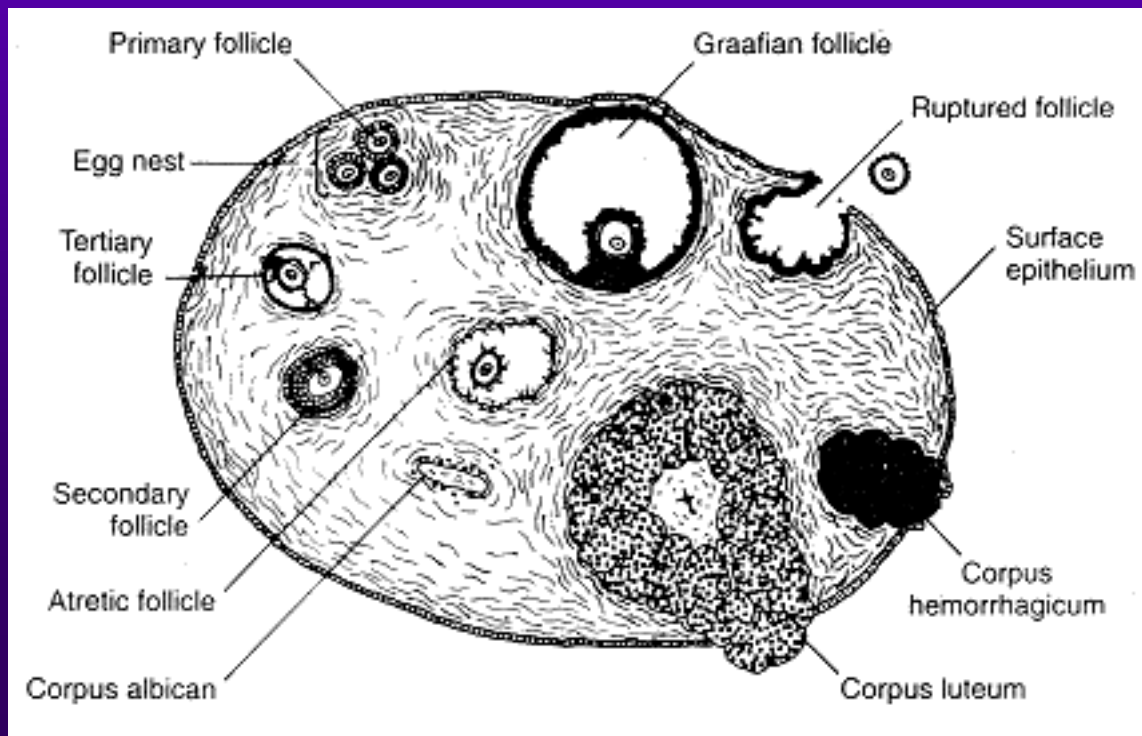


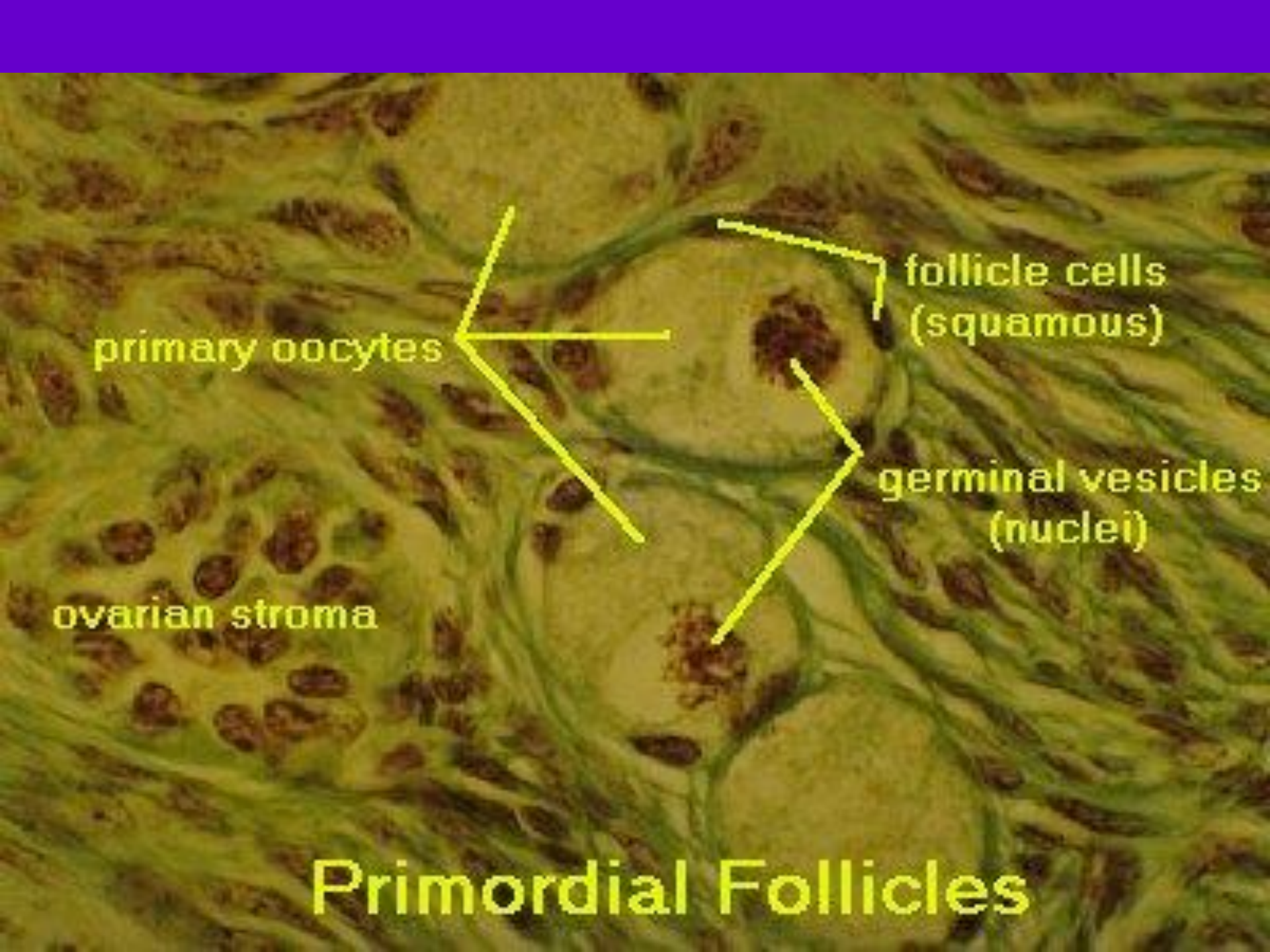
เมทท้าว ฟอลลิเคิล หรือ กราเฟียน ฟอลลิเคิล (Mature follicle หรือ Graafian follicle)



การพัฒนาของฟอลลิเคิล

ไพรมอเดียล ฟอลลิเคิล(Primordial follicle) จะขยายขนาดเป็นไพรมารี ฟอลลิเคิล(primary follicle)





primary oocytes

follicle cells
(squamous)

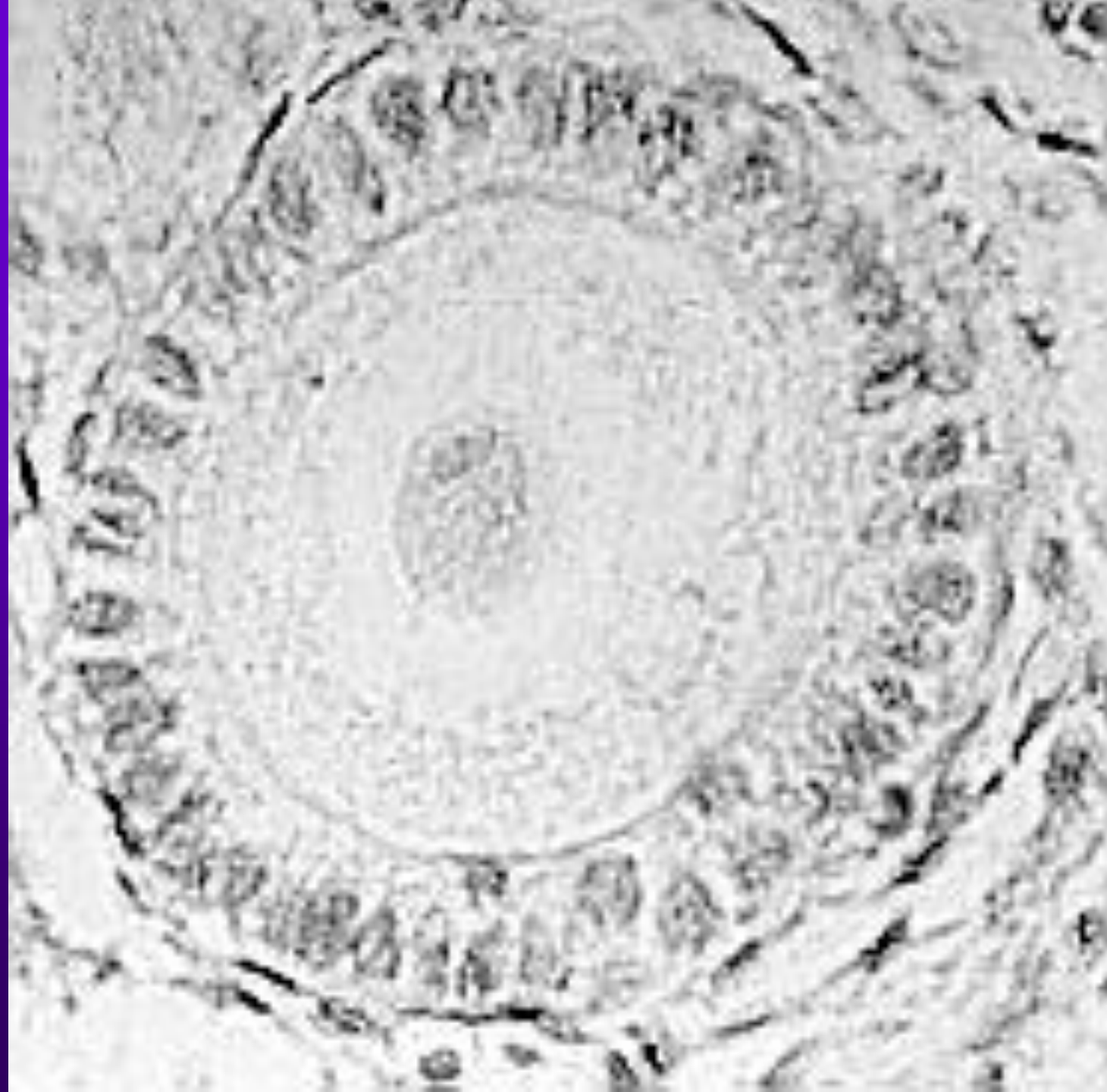
germinal vesicles
(nuclei)

ovarian stroma

Primordial Follicles

ไพรมารี ฟอลลิเคิล(primary follicle)
จะมีเซลล์แบบ ๆ เพียง 1 ชั้นหุ้มรอบไข่อ่อน

ไข่อ่อน (Primary oocyte) ที่อยู่
ภายในไพรมารี ฟอลลิเคิล จะมีการเจริญ
โดยมีการขยายขนาดมากขึ้น



เซลล์แบบ ๆ ที่หุ้มรอบไข่อ่อนจะ
เปลี่ยนเป็นเซลล์แกรนูโลซ่า (granulosa
cell)

เซลล์แกรนูโลซ่า (granulosa cell) จะ
มีการเจริญโดยมีการแบ่งตัวเพิ่มจำนวน

ทำให้เซลล์ที่หุ้มรอบไข่อ่อนมีจำนวนมากขึ้นและมีชั้นมากขึ้น เรียกว่า เซ็กันดารี ฟอลลิเคิล(Secondary follicle)

เซลล์แกรนูโลซ่า(granulosa cell) ที่หุ้มรอบไข่อ่อน จะมีการหลั่งสารประกอบจำพวกโปรตีน มาล้อมรอบไข่อ่อน เรียกว่า โซนา เพลลูซิდა(Zona pellucida) หรือ เปลือกไข่





OVUM

This histological section shows a large, pale-staining ovum at the top, surrounded by a thin, dark-staining zona pellucida. Below the zona pellucida is a thick layer of granulosa cells, which are stained pink and appear as a dense, cellular layer. At the bottom of the image, a thin, dark-staining basement membrane is visible, separating the granulosa layer from the underlying tissue. The labels are placed in white boxes with black text, and lines connect them to the corresponding structures in the image.

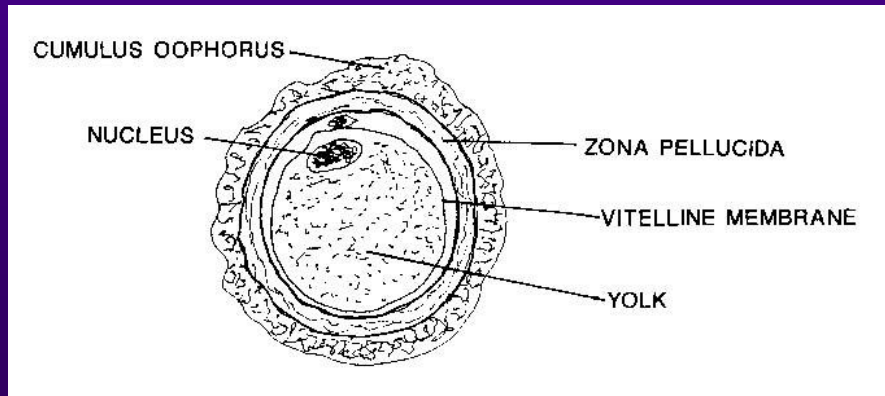
ZONA
PELLUCIDA

GRANULOSA

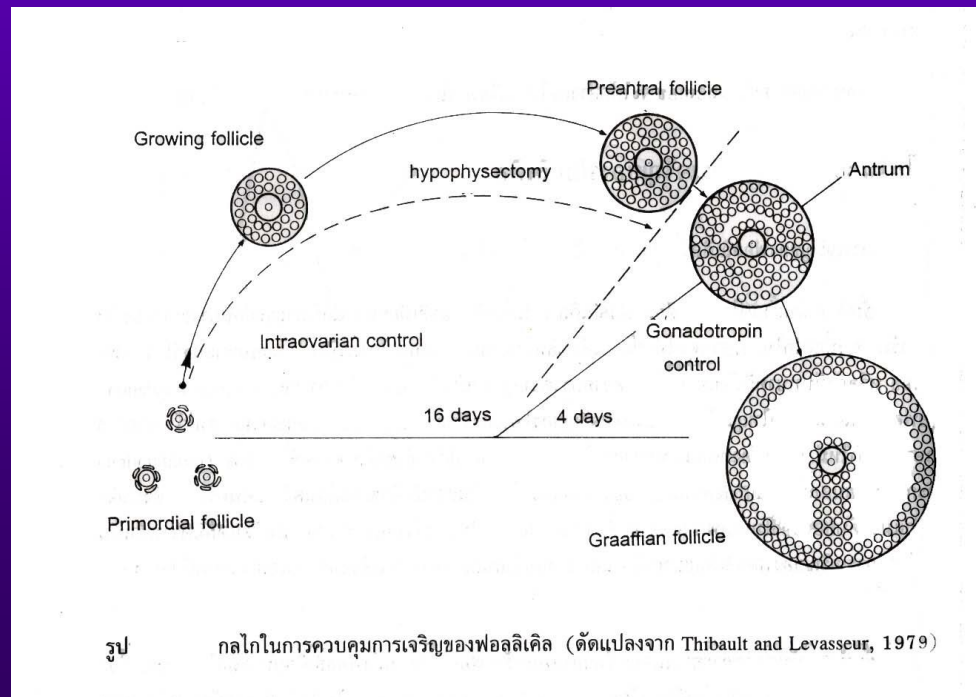
BASEMENT
MEMBRANE

โซนา เพลลูซิด้า(Zona pellucida) หรือเปลือกไข่มีประโยชน์คือ

- 1.ในการป้องกันไข่อ่อน จากอันตราย
- 2.ป้องกันการเข้าผสมของอสุจิมากกว่า
1 ตัว



เซลล์แกรนูโลซา (granulosa cell) ที่
หุ้มรอบไข่อ่อนนี้ จะมีการแบ่งตัวเพื่อเพิ่ม
จำนวนเซลล์มากขึ้น จนเกิดเป็นช่องว่าง
ระหว่างเซลล์ (Antrum)



ภายในช่องว่าง(Antrum) จะมี
ของเหลวที่ผลิตจากเซลล์แกรนูโลซ่า
(granulosa cell) บรรจุอยู่

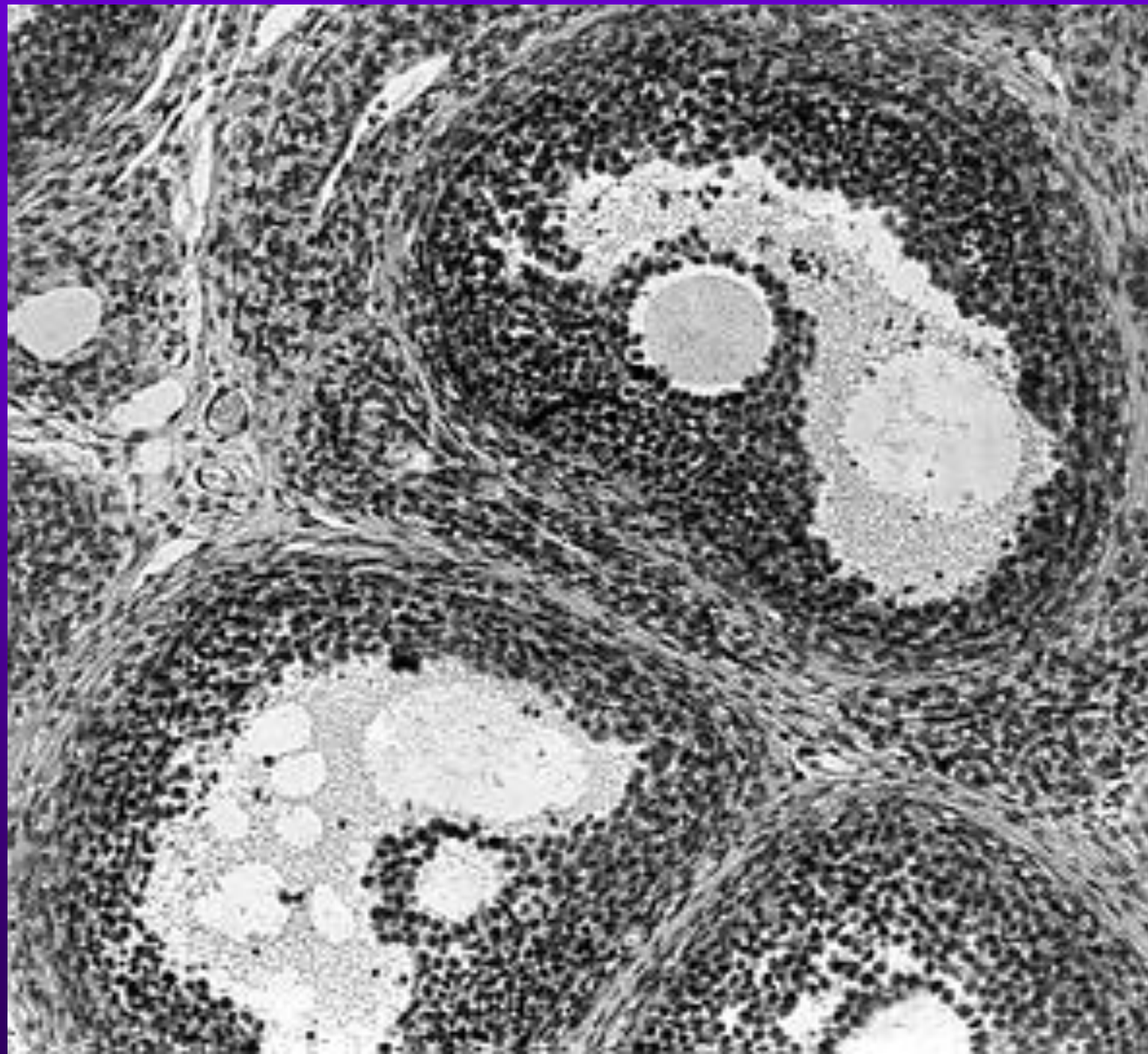
พบว่าของเหลวดังกล่าวประกอบด้วย
ฮอร์โมนเอสโตรเจน , อินฮิบิน , แอคติวิน ,
ฟอลลิสเตติน

เรียกฟอลลิเคิลที่มีการพัฒนา จนมี
ช่องว่างระหว่างเซลล์(Antrum) นี้ว่า

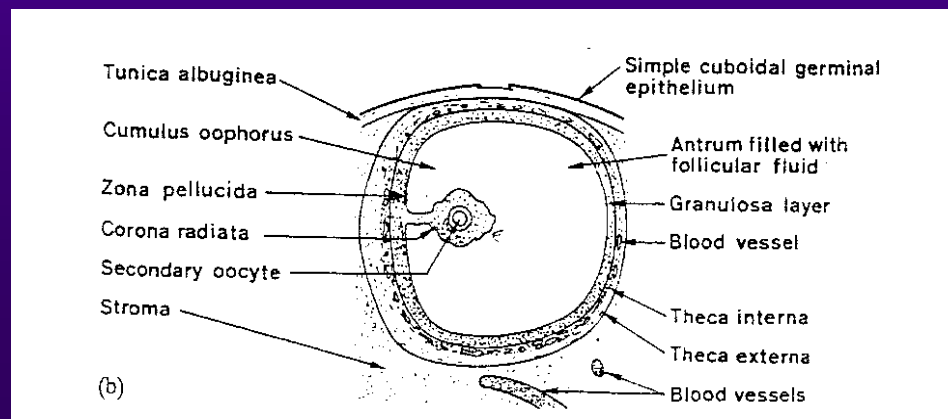
-โกอี้ง ฟอลลิเคิล

-หรือดีเวลลอปปีง ฟอลลิเคิล

(Growing follicle หรือ developing
follicle)

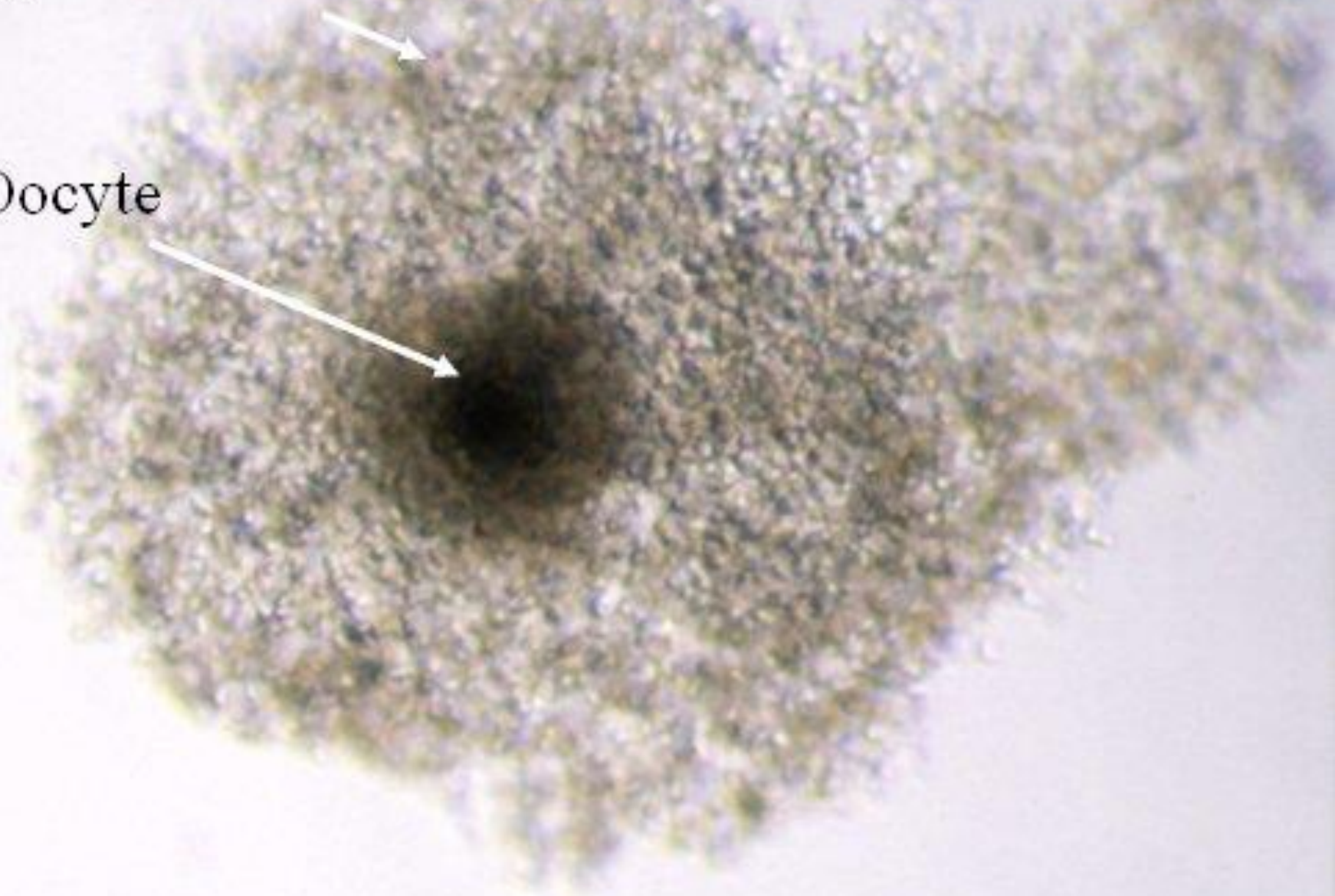


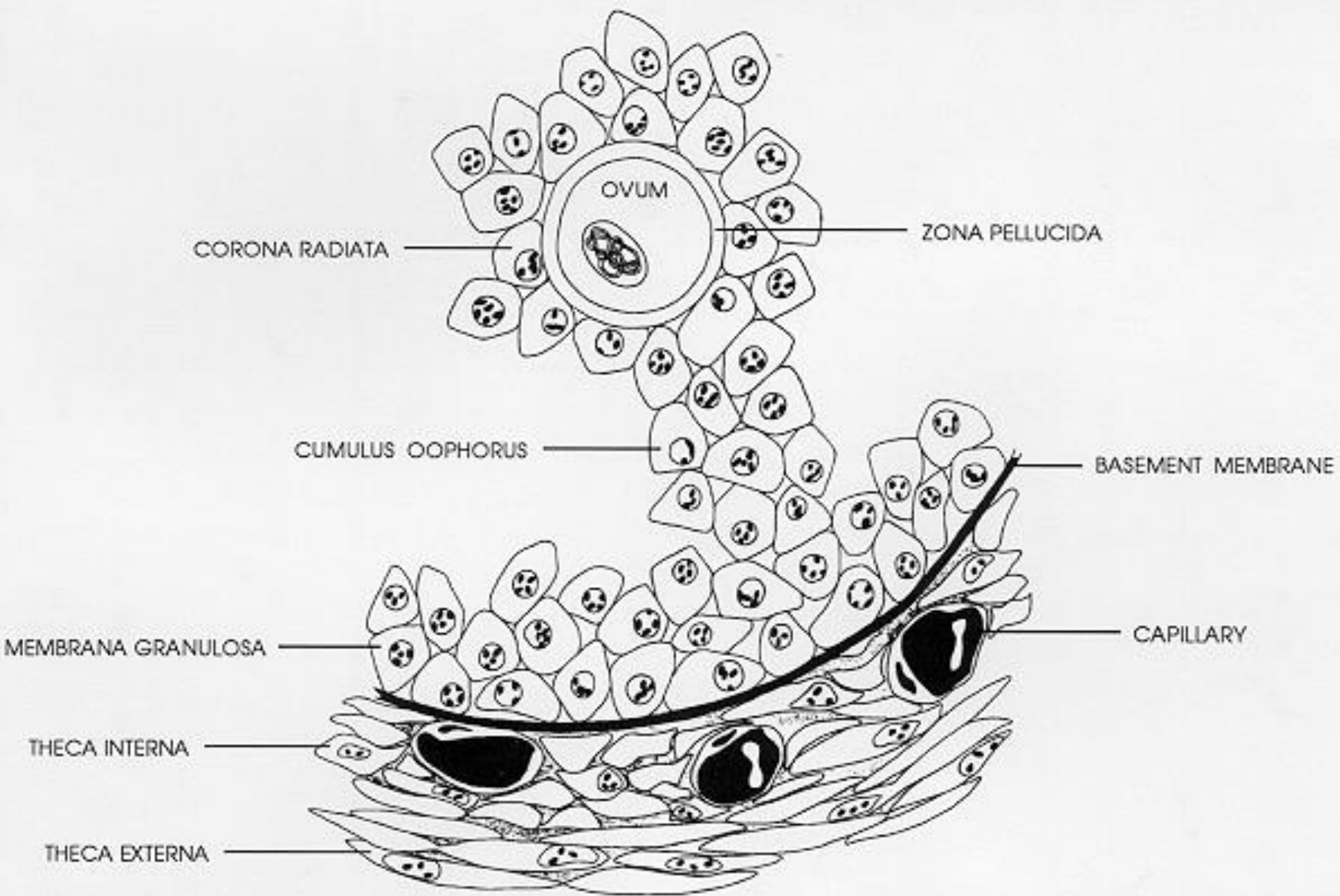
เมื่อเซลล์ที่ล้อมรอบไข่อ่อนมีการเจริญ
มากขึ้น และช่องว่าง(Antrum) มีขนาดใหญ่
ขึ้น จะดันไข่อ่อนให้ไปอยู่บริเวณขอบ ทำให้
เห็นเหมือนเป็นดั่งยื่นออกมาท่ามกลางถุงที่
ประกอไปด้วยของเหลว เรียกว่าดั่งที่ยื่นนี้
ว่า เจิมฮิลล์ (Germ hill)



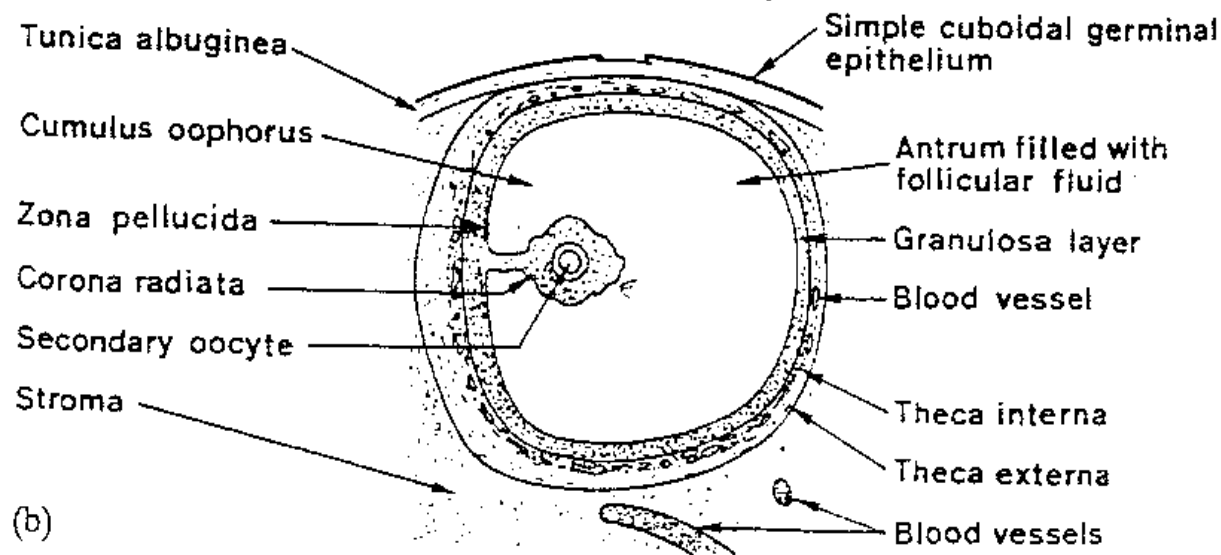
Expanded cumulus cells

Oocyte



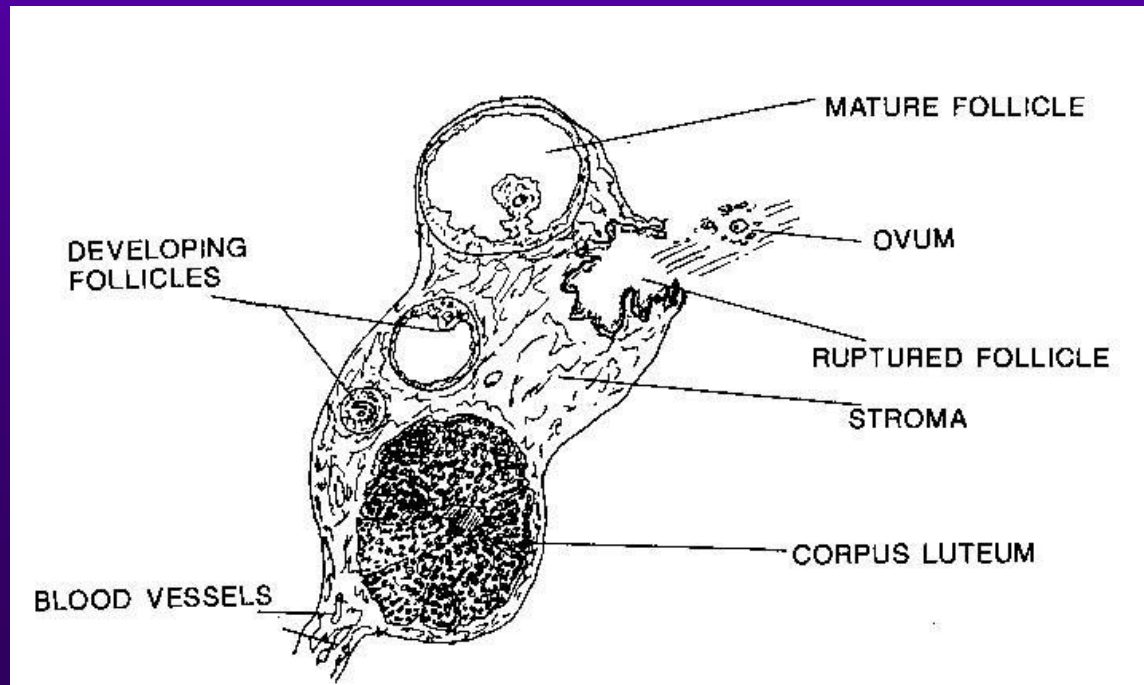


เรียกฟอลลิเคิลที่พบว่าไข่อ่อนถูกดัน
ไปอยู่ด้านข้าง จนเกิดสิ่งที่เรียกว่าเจิมฮิลล์
ว่า เมท้าว ฟอลลิเคิล หรือ กราเฟียน ฟอล
ลิเคิล(Mature follicle หรือ Graafian
follicle)



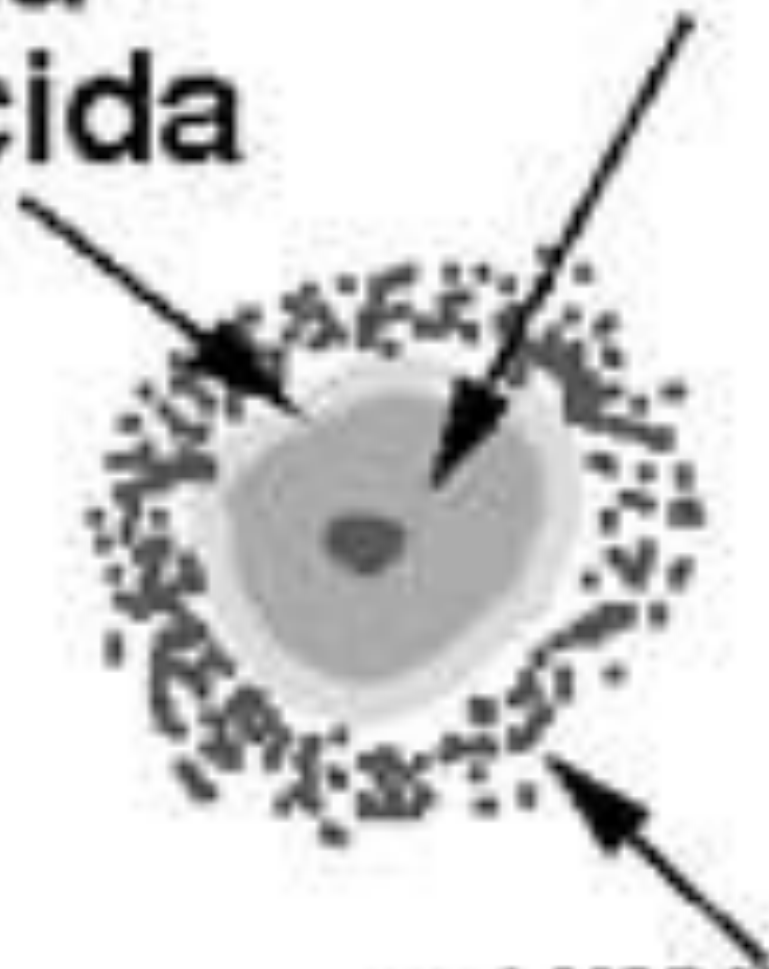
เมื่อมีการกระตุ้นด้วยฮอร์โมนจนวนั่ง
ของฟอลลิเคิลจิกขาด

ไข่จะตกลงไปสู่ท่อนำไข่เรียกว่าเกิดการ
ตกไข่(Ovulation)

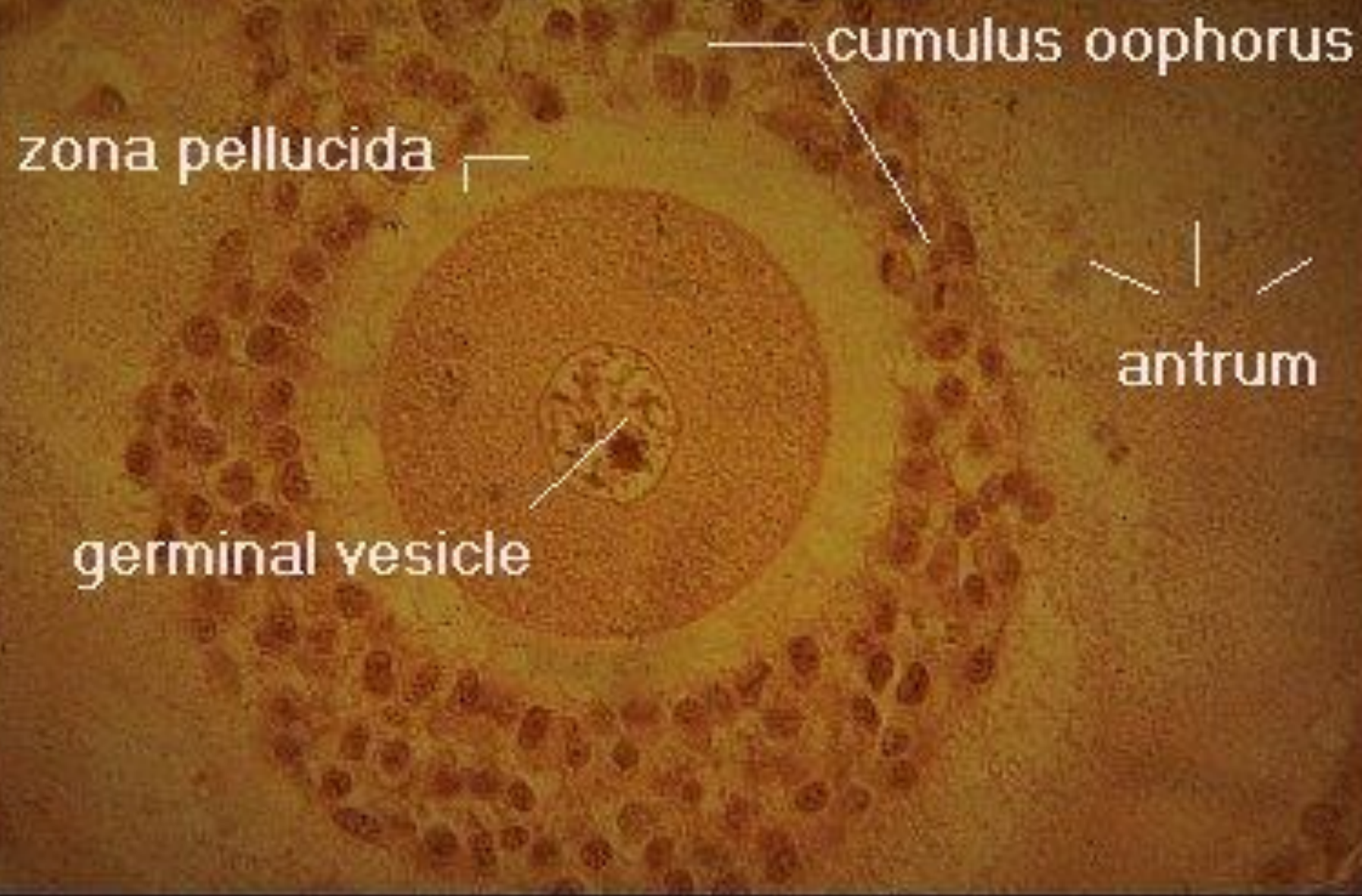


**Zona
Pellucida**

Oocyte



cummulus



ไขจะตกลงไปบนปากแตรของท่อนำ
ไข

ไขจะถูกโบกพัดโดยขนเล็ก ๆ ที่อยู่
ในท่อนำไขและกลไกการทำงานของท่อ
นำไข ให้ไขเคลื่อนไปตามท่อนำไข

วงจรการเป็นสัดของโค (Estrus cycle)

การเป็นสัด (Heat) หมายถึง การที่
สัตว์ยอมรับการผสมพันธุ์ (Sexual
receptivity)



โคเพศเมีย จะเริ่มเป็นสัดเมื่อถึงวัยสาว
(puberty)

เฉลี่ยอายุเมื่อเริ่มเป็นสัดครั้งแรก

- โคนมจะประมาณ 8-10 เดือน
- โคเนื้อจะประมาณ 20 เดือน

การถึงวัยสาวของโคจะเร็วหรือช้า ขึ้นกับ

- สายพันธุ์
- การจัดการด้านอาหาร
- สภาพร่างกาย
- สิ่งแวดล้อม

เมื่อโคเริ่มเป็นสัด จะมีวงรอบการเป็น
สัดเกิดขึ้น

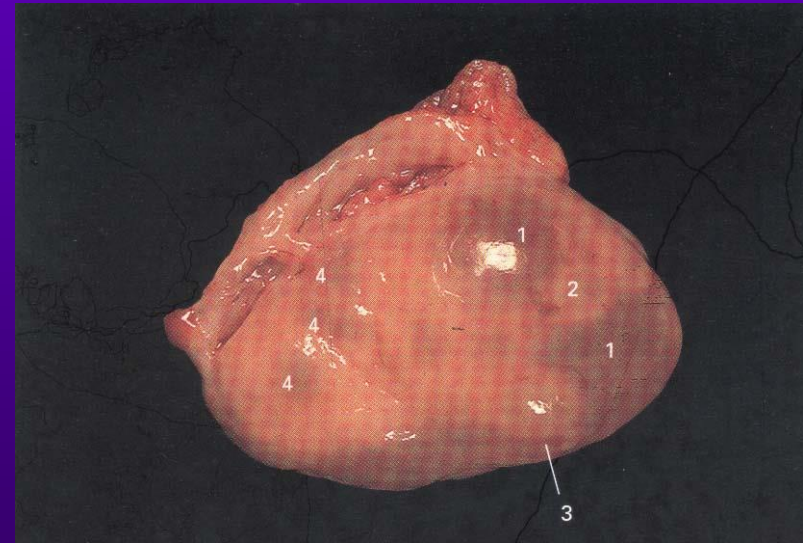
วงรอบการเป็นสัดของโค หมายถึง
ช่วงเวลาที่โคเป็นสัดรอบหนึ่งจนถึงเป็นสัด
รอบถัดไป

รอบการเป็นสัดจะกินเวลาต่อรอบ
ประมาณ 18-24 วัน (เฉลี่ย 21 วัน)

โดยจะมีฮอร์โมนจากสมองส่วนกลาง
ต่อมใต้สมองส่วนหน้า รังไข่ และมดลูก
 ฯลฯ มาควบคุมให้เกิดการเปลี่ยนแปลง
ต่าง ๆ

โคเป็นสัตว์ที่สามารถเกิดการเป็นสัด
ได้ทั้งปี ไม่มีฤดูการผสมพันธุ์

โคที่เป็นสัด รังไข่ข้างใดข้างหนึ่ง
จะต้องมีฟอลลิเคิล(Follicle)



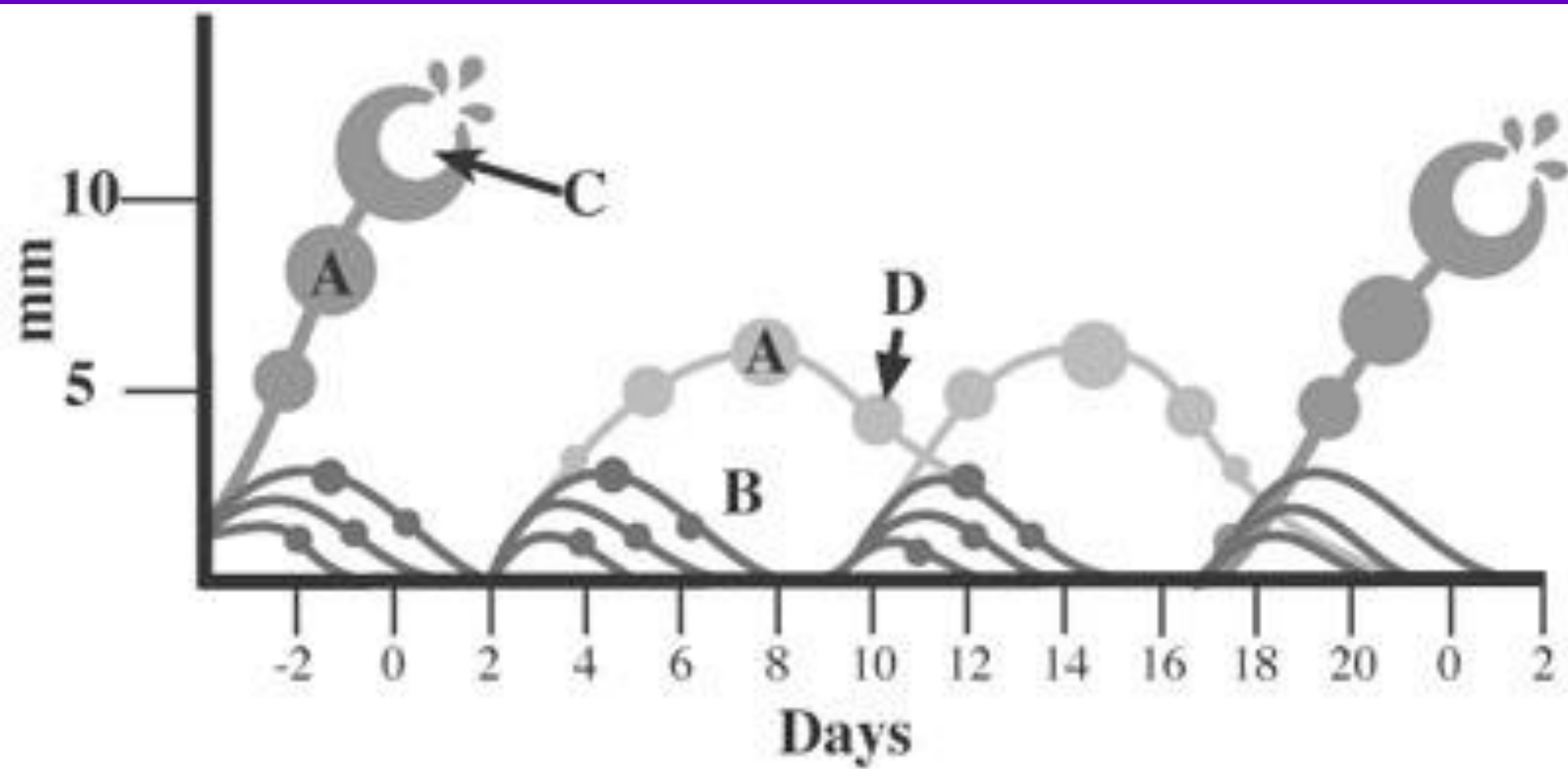
คลื่นฟอลลิเคิล(Follicular waves)

ปี ค.ศ.1960 นักวิทยาศาสตร์ ชื่อราจา
คอสกี(Rajakoski) พบว่า

การเจริญของฟอลลิเคิล(follicle) ชนิด
ต่าง ๆ บนรังไข่ ในรอบการเป็นสัตรอบหนึ่ง
ๆ ของวงจรการเป็นสัตรของโค มีลักษณะเป็น
คลื่น

ในรอบการเป็นสัตรอบหนึ่ง ๆ อาจมี
ฟอลลิเคิลหลาย ๆ ใบเจริญขึ้นมาและฝ่อ
สลายไป

หลังจากนั้น จะมีฟอลลิเคิลอีกหลาย ๆ
ใบเจริญขึ้นมาอีก แล้วส่วนใหญ่จะฝ่อสลาย
ไป แต่ฟอลลิเคิลบางใบจะมีการตกไข่

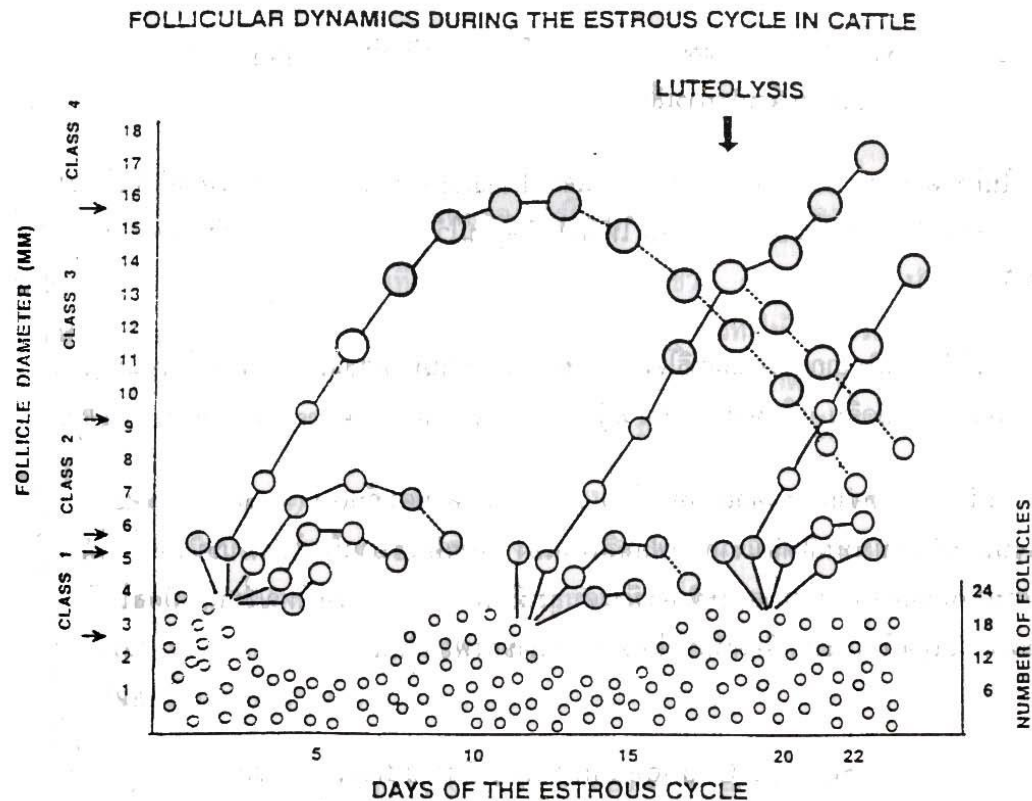


การเจริญและฝ่อสลายไปของฟอลลิ
เคิล จะเกิดเป็นชุด ๆ หรือเป็นกลุ่ม ๆ

ใน 1 รอบของการเป็นสัด อาจมีฟอลลิ
เคิลเจริญและฝ่อสลายไป 2 , 3 , 4 ชุด ก็
ได้ ไม่มีความแน่นอน

ฟอลลิเคิลที่เจริญและฝ่อสลายไป 1
ชุด เรียกว่า 1 คลื่น

ส่วนใหญ่แล้วพบว่าเป็น 2 คลื่น



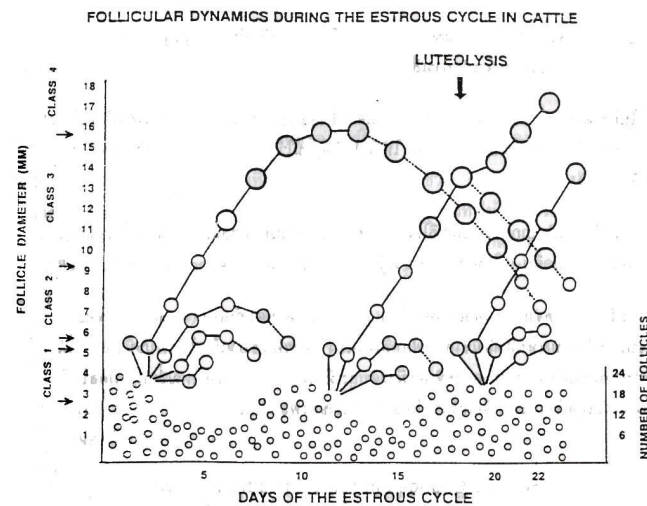
รูปที่

แสดงการเจริญของฟอลลิเคิลในลักษณะเป็นคลื่นระหว่างรอบของวงจรการเป็นสัตว์ในโค โดยแบ่งฟอลลิเคิลเป็นขนาดต่าง ๆ (class 1 = 3-5 มิลลิเมตร ; class 2 = 6-9 มิลลิเมตร ; class 3 = 10-15 มิลลิเมตร ; class 4 >15 มิลลิเมตร) (Lucy et al., 1992)

แม่โคที่รอบการเป็นสัดมีคลื่นฟอลลิ
เคิล 2 คลื่น

- คลื่นแรกจะเริ่มเกิดประมาณวันที่ 1-4
ของวงจรการเป็นสัด
- คลื่นที่ 2 จะเริ่มเกิดประมาณวันที่ 11-
12 ของวงจรการเป็นสัดหรือประมาณกลาง
รอบ

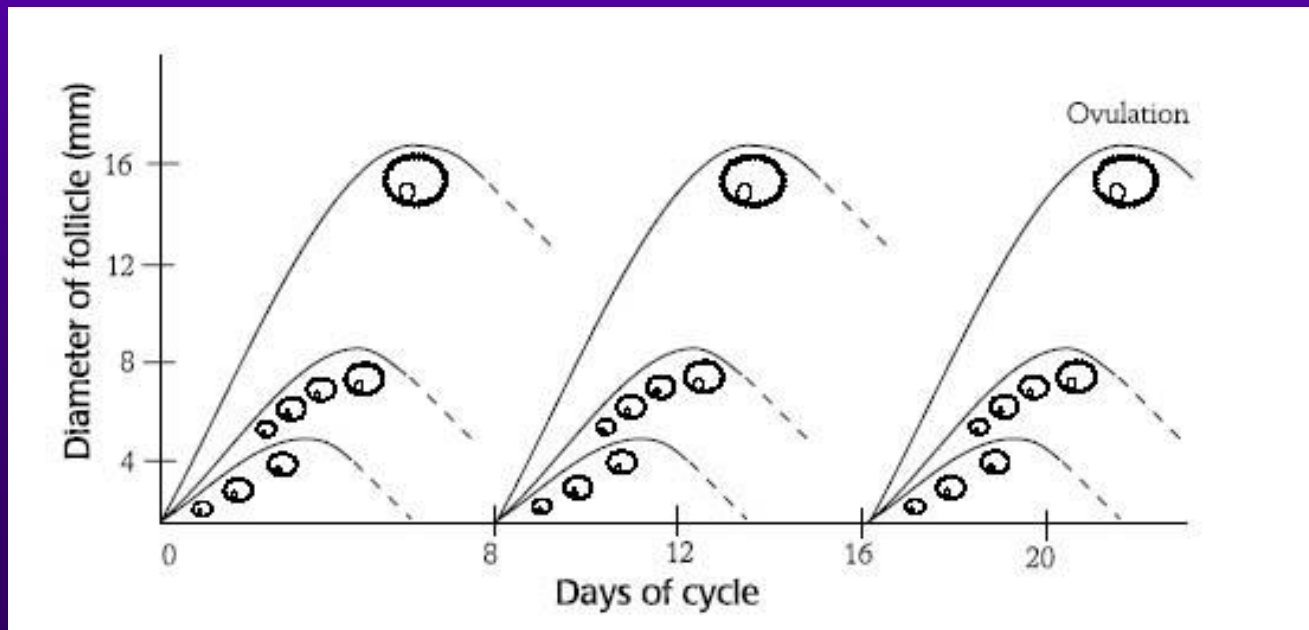
ช่วงเวลาตั้งแต่คลิ่นแรกถึงคลิ่น 2 จะ
ห่างกัน 10.0 ± 0.6 วัน
ช่วงเวลาตั้งแต่คลิ่นที่ 2 ถึงคลิ่นถัดไป
ประมาณ 10.2 ± 0.6 วัน



รูปที่

แสดงการเจริญของฟอลลิเคิลในลักษณะเป็นคลื่นระหว่างรอบของวงจรการเป็นสัดในโค โดยแบ่งฟอลลิเคิลเป็นขนาดต่าง ๆ (class 1 = 3-5 มิลลิเมตร ; class 2 = 6-9 มิลลิเมตร ; class 3 = 10-15 มิลลิเมตร ; class 4 >15 มิลลิเมตร) (Lucy et al., 1992)

ทุก ๆ คลื่นจะมีฟอลลิเคิลบางใบมี
ขนาดใหญ่ ที่สามารถเกิดการตกไข่ได้
เรียกว่า โดมิแนนท์ ฟอลลิเคิล (Dominant
follicle) ส่วนใบอื่น ๆ จะเป็นฟอลลิเคิล
ขนาดเล็กที่จะฝ่อสลายไป



คลื่นฟอลลิเคิลคลื่นใดจะมีการตกไข่
หรือไม่นั้น สังเกตจาก

ช่วงที่มีโดมินันท์ฟอลลิเคิล เป็นช่วงที่
ยังมีก้อนเนื้อเหลือง(Corpus luteum) อยู่บน
รังไข่หรือไม่

หากก้อนเนื้อเหลืองยังอยู่ คลื่นนั้นจะไม่
มีการตกไข่ หากก้อนเนื้อเหลืองสลายไป
คลื่นนั้นจะมีการตกไข่

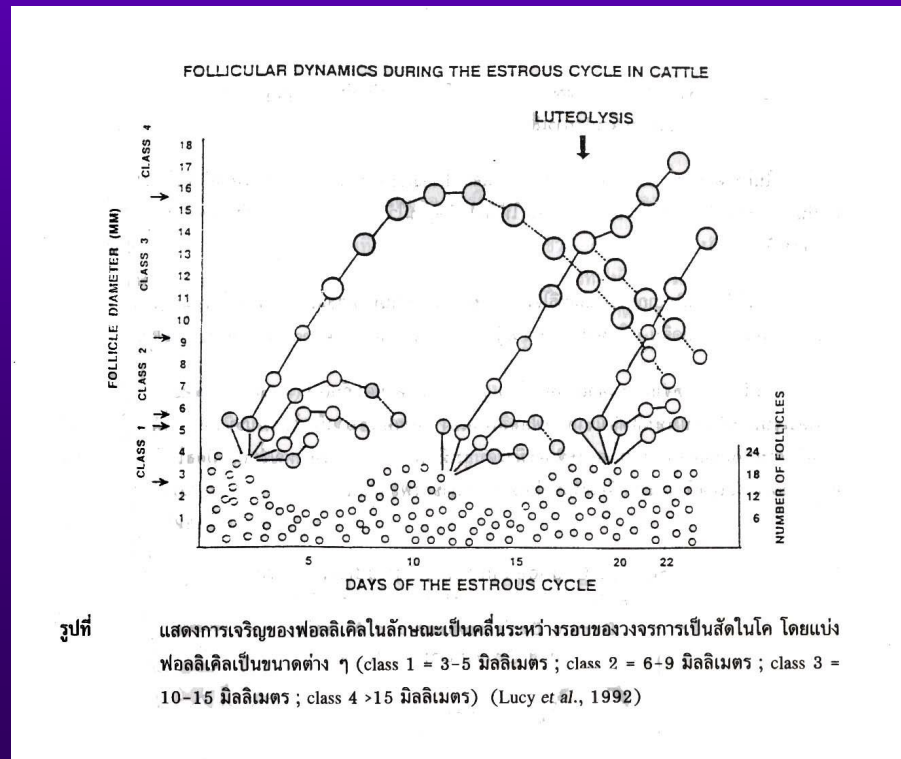
ก้อนเนื้อเหลือง(Corpus luteum) บนรังไข่ สร้างฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน (progesterone)

ฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน จะยับยั้งการสร้างและหลั่งฮอร์โมนแอลเอช(LH)

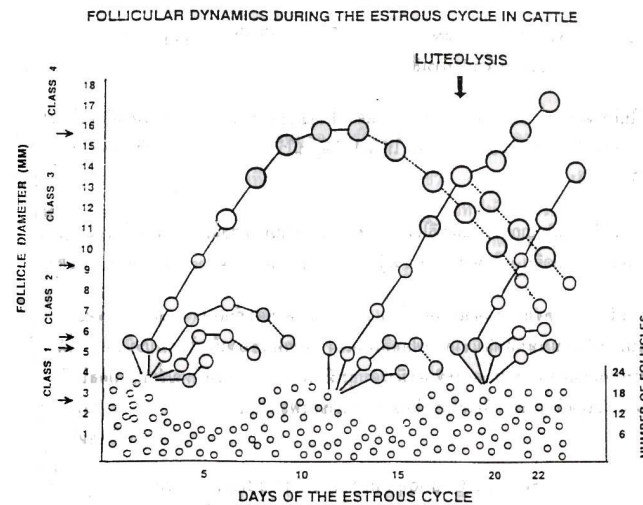
กลไกของฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับรอบการ
เป็นสัดของโคโดยย่อ

สมองส่วนไฮโปธาลามัส
(Hypothalamus) สร้างและหลั่งฮอร์โมนโก
นาโดโทรปิน รีลีสซิงฮอร์โมน
(Gonadotropin releasing hormone) หรือ
จีเอ็นอาร์เอช(Gn-RH)

จีเอ็นเออาร์เอช ที่หลั่งออกมา จะไป
กระตุ้นให้ ต่อมใต้สมองส่วนหน้า(Anterior
Pituitary) สร้างและหลั่งฮอร์โมนเอฟเอส
เอช(FSH (Follicle Stimulating hormone))



ฮอร์โมนเอฟเอสเอช(FSH) ที่หลั่ง
ออกมานี้ จะไปกระตุ้นให้ฟอลลิเคิลชุดแรก
ซึ่งเป็นคลื่นฟอลลิเคิลคลื่นที่ 1 เริ่มเกิดขึ้น

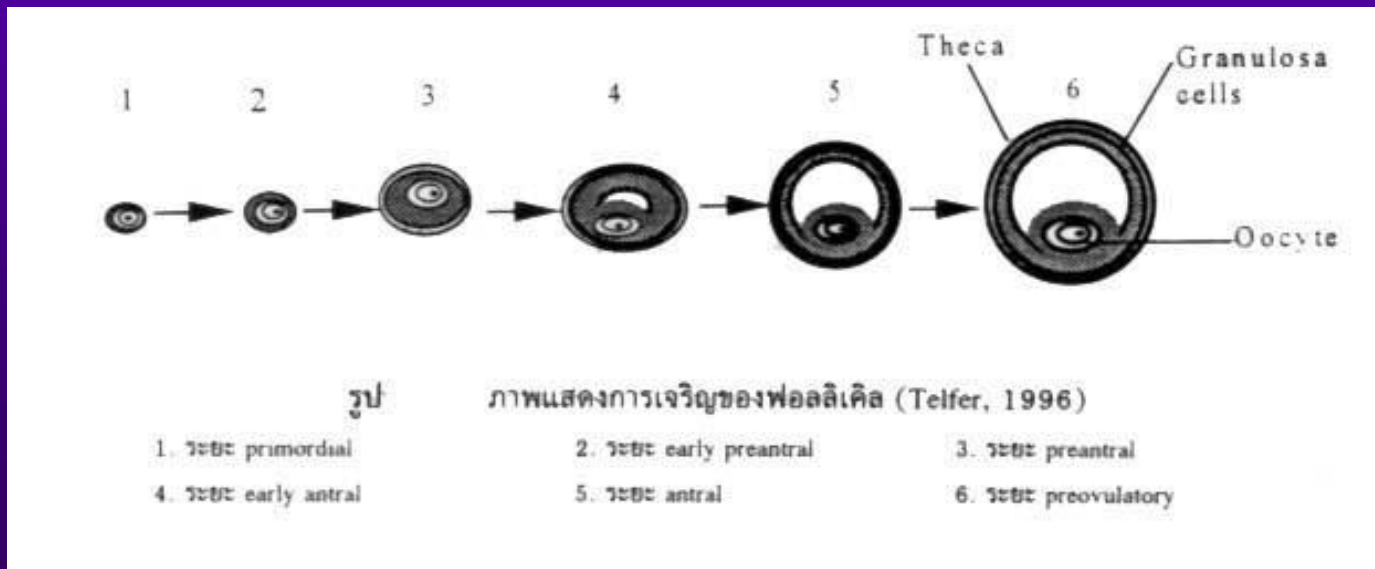


รูปที่

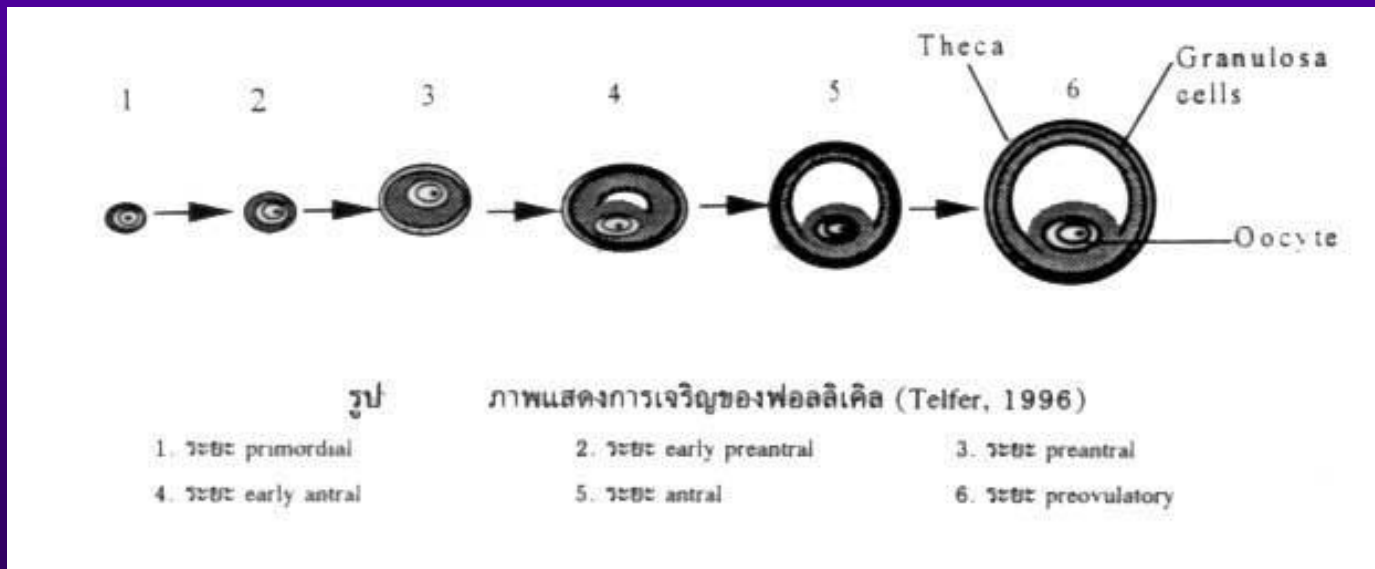
แสดงการเจริญของฟอลลิเคิลในลักษณะเป็นคลื่นระหว่างรอบของวงจรการเป็นสัดในโค โดยแบ่งฟอลลิเคิลเป็นขนาดต่าง ๆ (class 1 = 3-5 มิลลิเมตร ; class 2 = 6-9 มิลลิเมตร ; class 3 = 10-15 มิลลิเมตร ; class 4 >15 มิลลิเมตร) (Lucy et al., 1992)

เมื่อฟอลลิเคิลชุดที่ 1 เจริญได้ระดับ หนึ่ง

จะเกิดช่องว่างภายในฟอลลิเคิล ซึ่ง
ภายในมีฮอร์โมนเอสโตรเจนและอินฮิบิน



ฮอร์โมนเอสโตรเจน(Estrogen)
ปริมาณน้อยสร้างจากเซลล์แกรนูโลซาของ
ฟอลลิเคิลเอง จะช่วยให้มีการหลั่ง เอฟเอส
เอช(FSH) มากขึ้น ฟอลลิเคิลจึงเจริญเร็ว
ขึ้น



ฮอร์โมนอินฮิบิน ซึ่งสร้างจากเซลล์
แกรนูโลโรซาของฟอลลิเคิลเอง มายับยั้ง
ฟอลลิเคิลใบเล็ก ๆ ที่โตไม่ทันไม่ให้เจริญ
และฝ่อสลายไป

ส่วนฟอลลิเคิลที่โตมากแล้ว จะไม่ถูก
ยับยั้งและเจริญต่อไป จนกลายเป็นโด
มิแนนท์ฟอลลิเคิล



โดมิแนนท์ฟอลลิเคิล จะสามารถผลิต
ฮอร์โมนเอสโตรเจน (Estrogen) จากเซลล์
แกรนูโลซา

หากฟอลลิเคิลมีขนาดใหญ่ เอสโตร
เจนก็จะมีปริมาณมาก



เอสโตรเจนที่มีปริมาณมาก จะไปยับยั้ง
(Negative feedback) ต่อมใต้สมองส่วน
หน้า(Anterior Pituitary)

ทำให้การสร้างและหลั่งฮอร์โมนเอฟ
เอสเอช(FSH) ลดลง เมื่อฮอร์โมนเอฟเอส
เอชลดลง ฟอลลิเคิลจึงหยุดการเจริญ



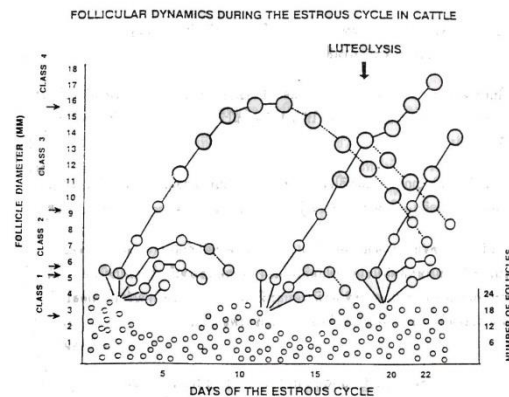
เมื่อฟอลลิเคิลชุดที่ 1 เจริญไ้ระดับ
หนึ่ง แต่ไม่มีการตกไข่

เนื่องจากคลื่นที่ 1 ไม่มีฮอร์โมนแอล
เอช(LH) เพราะยังมีก้อนเนื้อเหลืองบนรังไข่
สร้างฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน
(progesterone) ที่คอยยับยั้ง แอลเอช

ฟอลลิเคิลชุดที่ 1 จะค่อย ๆ สลายไป
ทั้งหมด

เมื่อฟอลลิเคิลชุดที่ 1 เริ่มสลายไป
ฮอร์โมนเอสโตรเจน(Estrogen) ที่ถูกสร้าง
จากฟอลลิเคิล จะลดลงหรือหายไปด้วย

เมื่อฮอร์โมนเอสโตรเจนลดลงมาก
เหลือปริมาณน้อย จึงกระตุ้นให้มีการหลั่ง
ฮอร์โมนเอฟเอสเอช(FSH) ของต่อมใต้สมอง
ส่วนหน้า

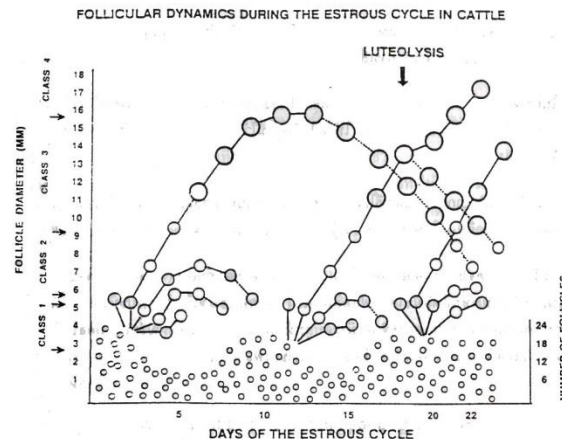


รูปที่

แสดงการเจริญของฟอลลิเคิลในลักษณะเป็นคลื่นระหว่างรอบของวงจรเป็นสัดในโค โดยแบ่ง
ฟอลลิเคิลเป็นขนาดต่าง ๆ (class 1 = 3-5 มิลลิเมตร ; class 2 = 6-9 มิลลิเมตร ; class 3 =
10-15 มิลลิเมตร ; class 4 >15 มิลลิเมตร) (Lucy et al., 1992)

ต่อมใต้สมองส่วนหน้าจึงสามารถสร้าง
และหลั่งฮอร์โมนเอฟเอสเอชอีก

เมื่อฮอร์โมนเอฟเอสเอชเพิ่มปริมาณ
มากขึ้น ฟอลลิเคิลชุดที่ 2 ก็จะเจริญ และ
เจริญด้วยหลักการเดียวกันกับคลื่นที่ 1



รูปที่

แสดงการเจริญของฟอลลิเคิลในลักษณะเป็นคลื่นระหว่างรอบของวงจรการเป็นสัดในโค โดยแบ่ง
ฟอลลิเคิลเป็นขนาดต่าง ๆ (class 1 = 3-5 มิลลิเมตร ; class 2 = 6-9 มิลลิเมตร ; class 3 =
10-15 มิลลิเมตร ; class 4 >15 มิลลิเมตร) (Lucy et al., 1992)

โดมิแนนท์ฟอลลิเคิล จะสร้างฮอร์โมน
เอสโตรเจน

ทำให้โคแสดงอาการเป็นสัด

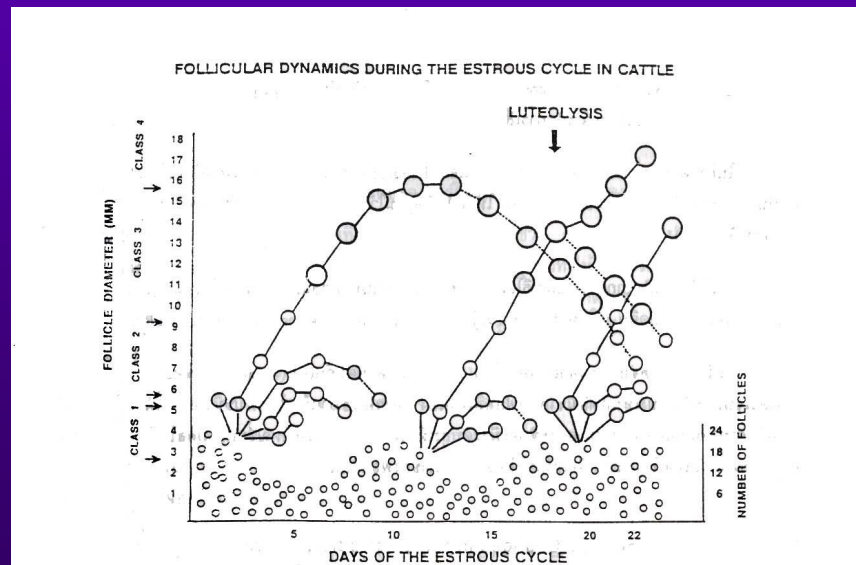
ระดับของอาการเป็นสัดจะเป็นไปตาม
ระดับของฮอร์โมนเอสโตรเจน

เอสโตรเจนน้อย อาการเป็นสัดจะน้อย
เอสโตรเจนมาก อาการเป็นสัดจะเด่นชัด
จนถึงขั้นยืนนิ่งให้ตัวอื่นปีนทับ



ฟอลลิเคิลชุดที่ 2 จะเกิดการตกไข่ เนื่องจาก

เมื่อฟอลลิเคิลโตเต็มที่ จะพอดี
ช่วงเวลาที่ก้อนเนื้อเหลืองบนรังไข่สลาย



รูปที่ แสดงการเจริญของฟอลลิเคิลในลักษณะเป็นคลื่นระหว่างรอบของวงจรการเป็นสัดในโค โดยแบ่งฟอลลิเคิลเป็นขนาดต่าง ๆ (class 1 = 3-5 มิลลิเมตร ; class 2 = 6-9 มิลลิเมตร ; class 3 = 10-15 มิลลิเมตร ; class 4 >15 มิลลิเมตร) (Lucy *et al.*, 1992)

ปริมาณของฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน
ที่สร้างจากก้อนเนื้อเหลืองลดลง

เมื่อไม่มีฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนคอย
ควบคุม ฮอร์โมนแอลเอช จึงมากขึ้น

ฮอร์โมนแอลเอชทำให้ฟอลลิเคิลแตก
เกิดการตกไข่

เมื่อไข่ตกไปสู่ท่อ นำไข่แล้ว รังไข่
บริเวณที่ฟอลลิเคิลแตกไป จะกลายเป็นแอง
หรือ ร่อง

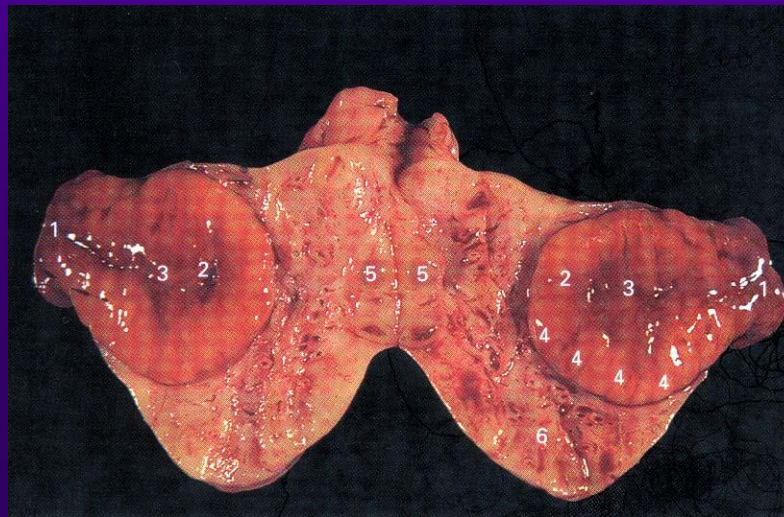
เซลล์ตรงบริเวณแองหรือร่อง จะถูก
กระตุ้นโดยฮอร์โมนแอลเอช(LH) ให้เจริญ
ต่อไปเป็นลูเตียลเซลล์

ซึ่งเซลล์ลูเตียลจะเจริญต่อไปเป็นก้อนเนื้อ
เหลือง (Corpus luteum)

ก้อนเนื้อเหลือง (Corpus luteum) จะ
เห็นเป็นตุ่มสีเหลืองแดง

บางส่วนนูนขึ้นมาจากผิวรังไข่

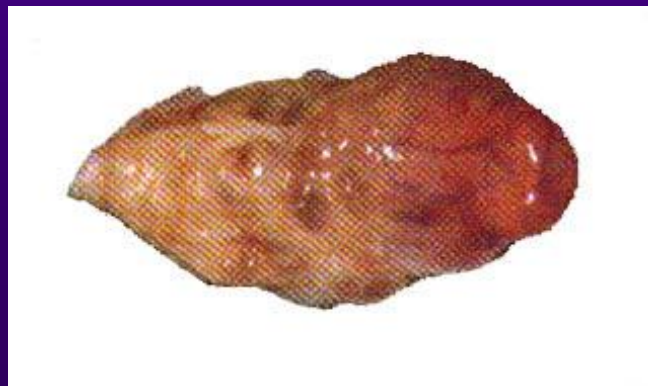
บางส่วนจมลึกเข้าไปในเนื้อรังไข่



ก้อนเนื้อเหลือง

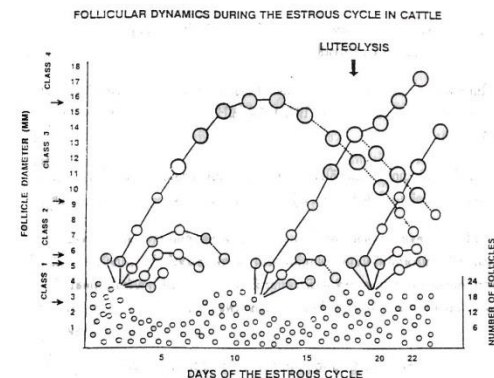
ความแข็งมากขึ้นเรื่อย ๆ
ขนาดจะใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ

จนวันที่ 12-14 หลังการตกไข่ ก้อน
เนื้อเหลืองจะมีขนาดใหญ่ที่สุดและแข็งที่สุด
จากนั้นขนาดและความแข็งจะค่อย ๆ ลดลง



ขณะที่ก้อนเนื้อเหลืองเจริญ คลื่นฟอลลิเคิลคลื่นต่อ ๆ มา ก็ยังเกิดขึ้นตามปกติ

หากไม่มีปัญหาที่รังไข่ คลื่นฟอลลิเคิลจะเกิดวนไปเรื่อย ๆ เกิดขึ้นแล้วฟอลลิเคิลก็จะสลายไปวนเวียนเป็นเช่นนี้เรื่อยไป แม้กระทั่งโคทอง

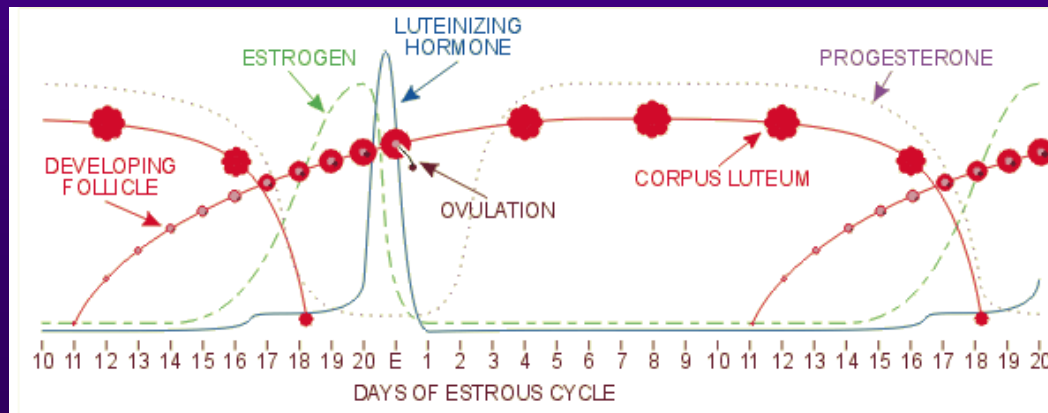


รูปที่ แสดงการเจริญของฟอลลิเคิลในลักษณะเป็นคลื่นระหว่างรอบของวงจรการเป็นสัดในโค โดยแบ่งฟอลลิเคิลเป็นขนาดต่าง ๆ (class 1 = 3-5 มิลลิเมตร ; class 2 = 6-9 มิลลิเมตร ; class 3 = 10-15 มิลลิเมตร ; class 4 >15 มิลลิเมตร) (Lucy et al., 1992)

ไข่ที่ตกลงไปที่ท่อนำไข่ไม่ได้รับการ
ผสม หรือผสมไม่ติด

พอครบวงรอบการเป็นสัด เยื่อบุด้านใน
ของมดลูก(Endometrium) จะลอกสลาย
เมื่อเยื่อบุด้านในของมดลูกลอกสลาย

เกิดฮอร์โมนพีจีเอฟ ทูอัลฟา(PGF_{2α})



ฮอร์โมนพืจีเอฟทูอัลฟา(PGF_{2α}) มีหน้าที่สลายก้อนเนื้อเหลือง ก้อนเนื้อเหลือง (Corpus luteum) ก็จะสลายไป

เมื่อก้อนเนื้อเหลืองสลายไป ก้อนเนื้อเหลืองสร้างฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน (Progesterone)

ฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนจึงลดลง

ต่อมใต้สมองส่วนหน้าจะหลั่งฮอร์โมน
แอลเอชออกมา

เมื่อฮอร์โมนแอลเอชหลั่ง หากมีโด
มิแนนท์ฟอลเคิลในรอบหรือคลื่นต่อ ๆ มา
จะทำให้เกิดการตกไข่

หากไข่ที่ตกจากรังไข่มีสภาพสมบูรณ์
ได้ผสมกับตัวอสุจิที่แข็งแรง เรียกว่าเกิดเฟอ
อติไรท์เซชัน(Fertilization) และมดลูกมี
ความปกติด้วยแล้ว

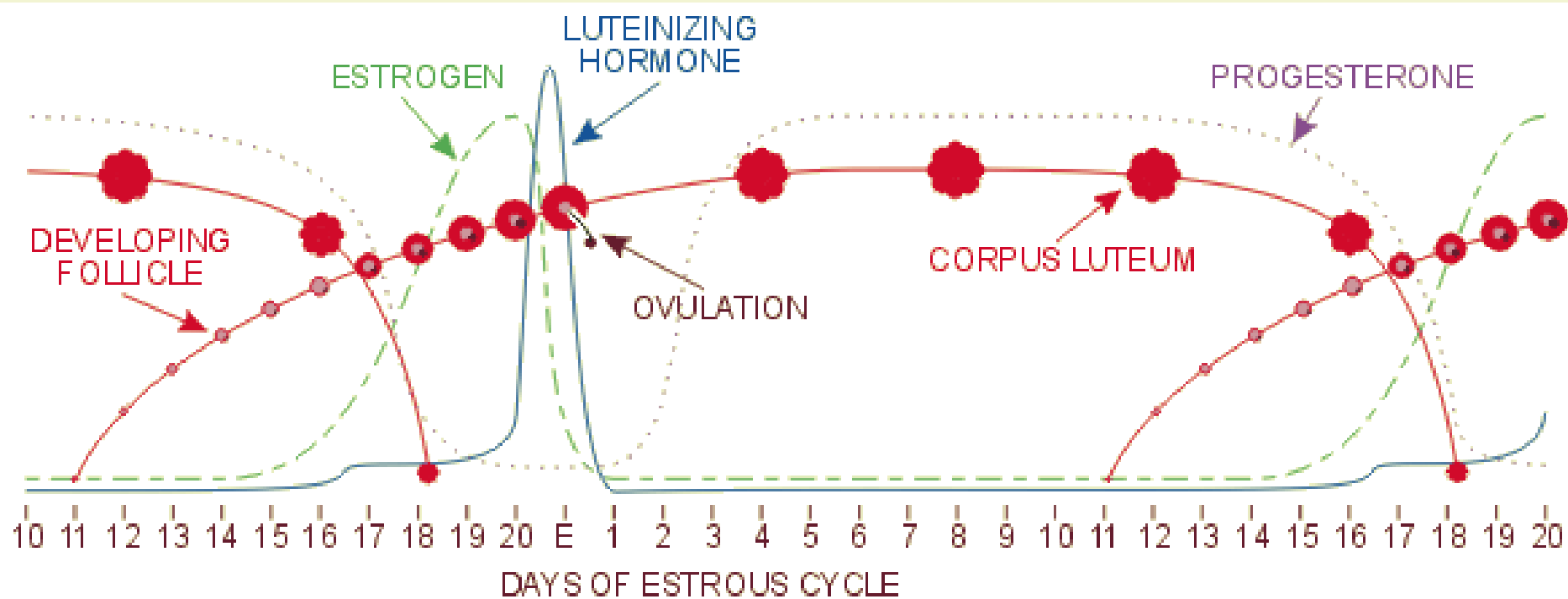
ตัวอ่อนก็จะเคลื่อนตัวจากท่อหน้าไข่มา
ฝังตัวที่ปีกมดลูกเกิดการตั้งครรภ์

เมื่อตัวอ่อนมีการฝังตัวที่ปีกมดลูก พอ
ครบวงจรรอบการเป็นสัด

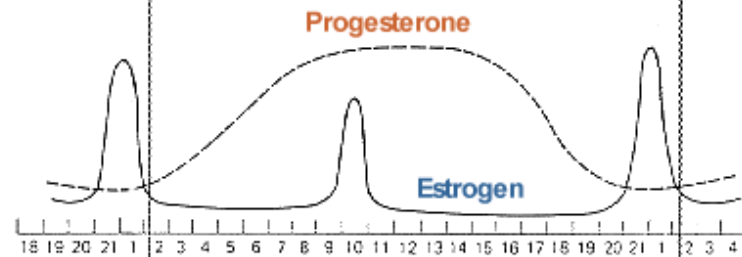
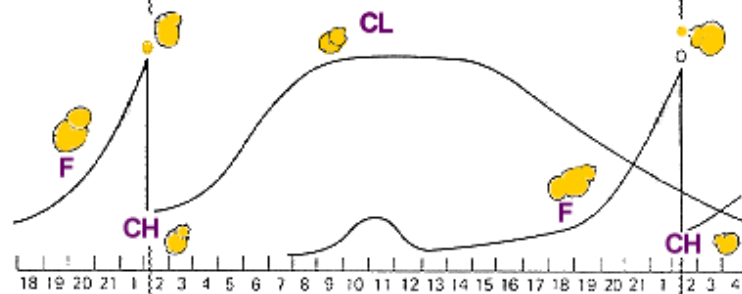
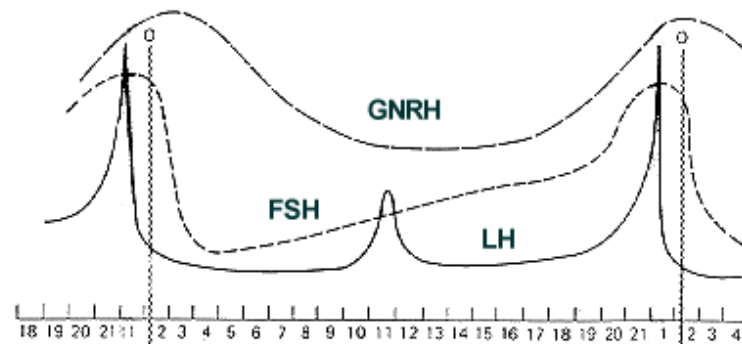
เยื่อบุด้านในของมดลูก(Endometrium)
จะไม่มีการลอกสลาย

ไม่เกิดฮอร์โมนพีจีเอฟ ทูอัลฟา
(PGF_{2α})

ก้อนเนื้อเหลือง(Corpus luteum) ก็จะ
คงอยู่ต่อไปและสร้างฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน
(Progesterone) ตลอดการตั้งครรภ์

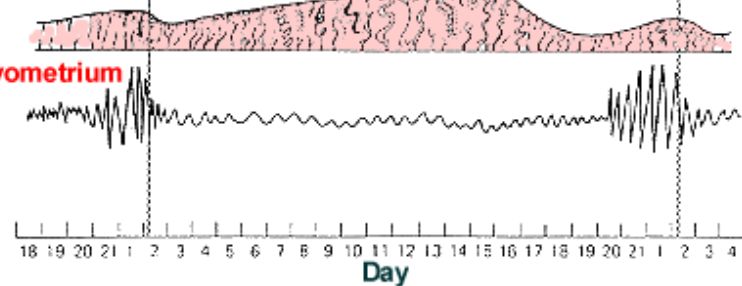


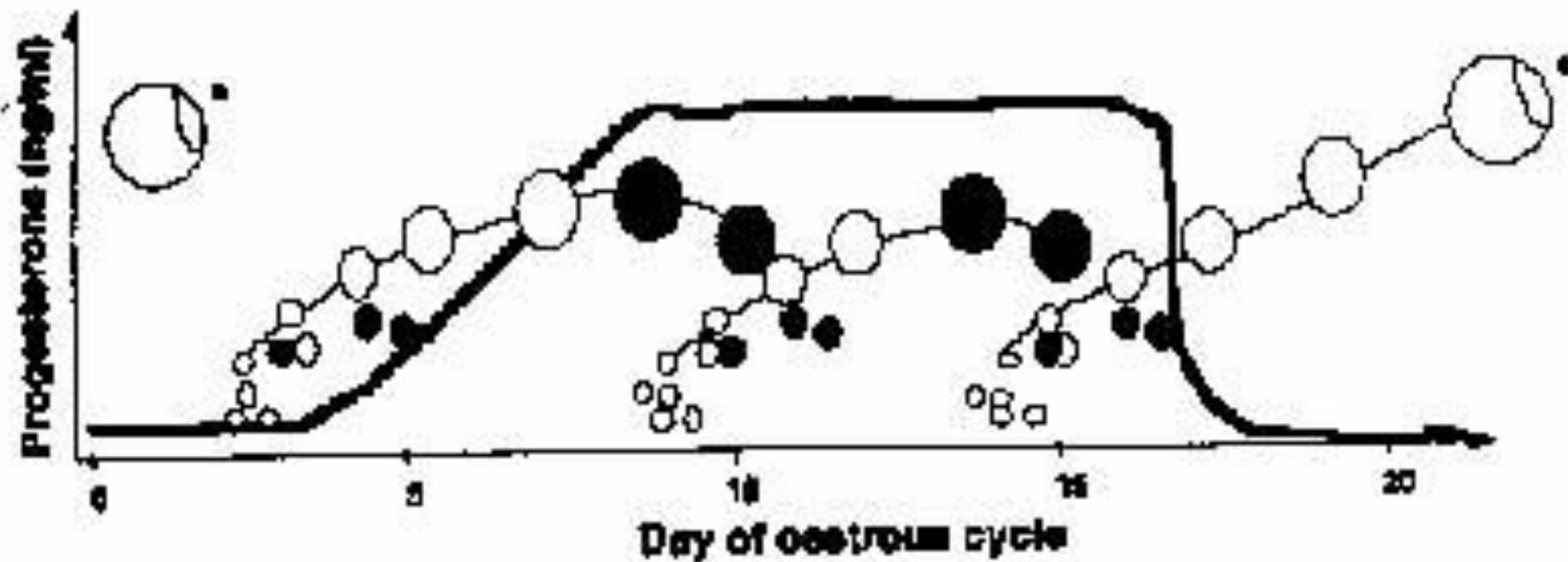
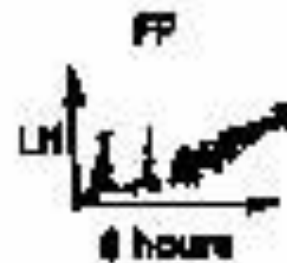
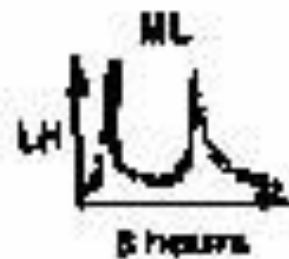
Proestrus Estrus Metestrus Diestrus Proestrus Estrus



Endometrium

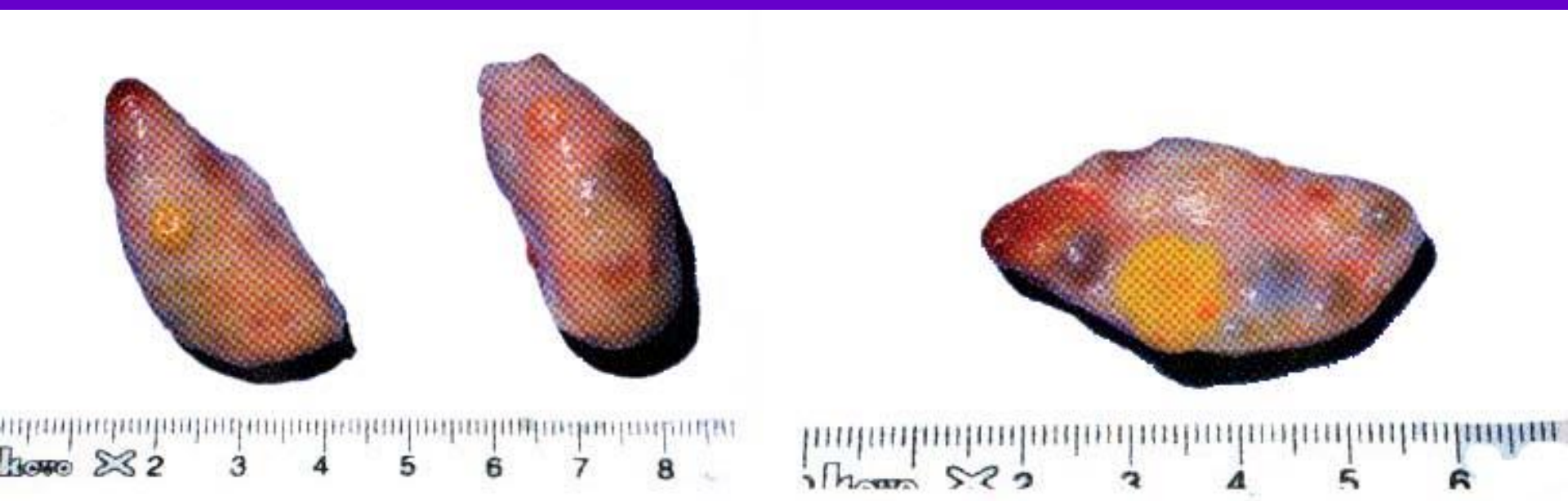
Myometrium



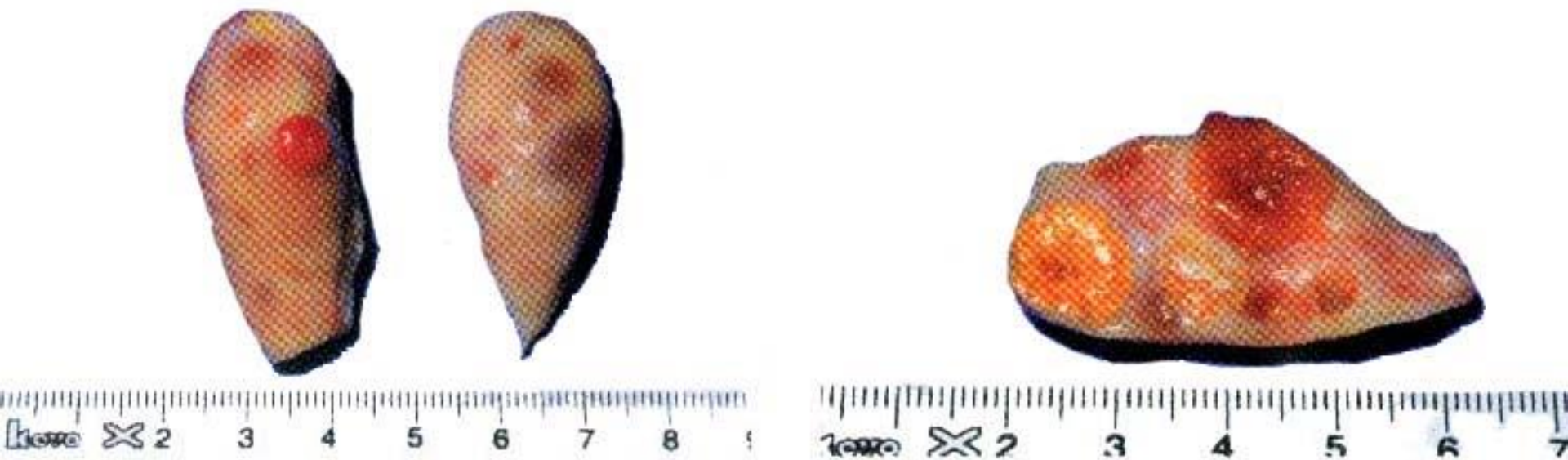




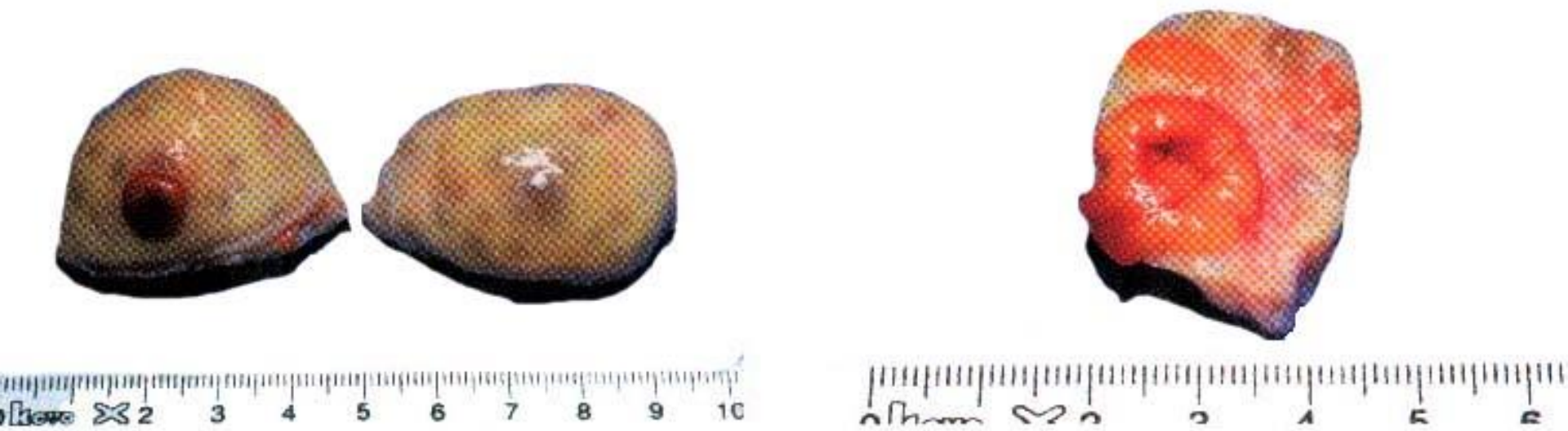
วันที่ 0



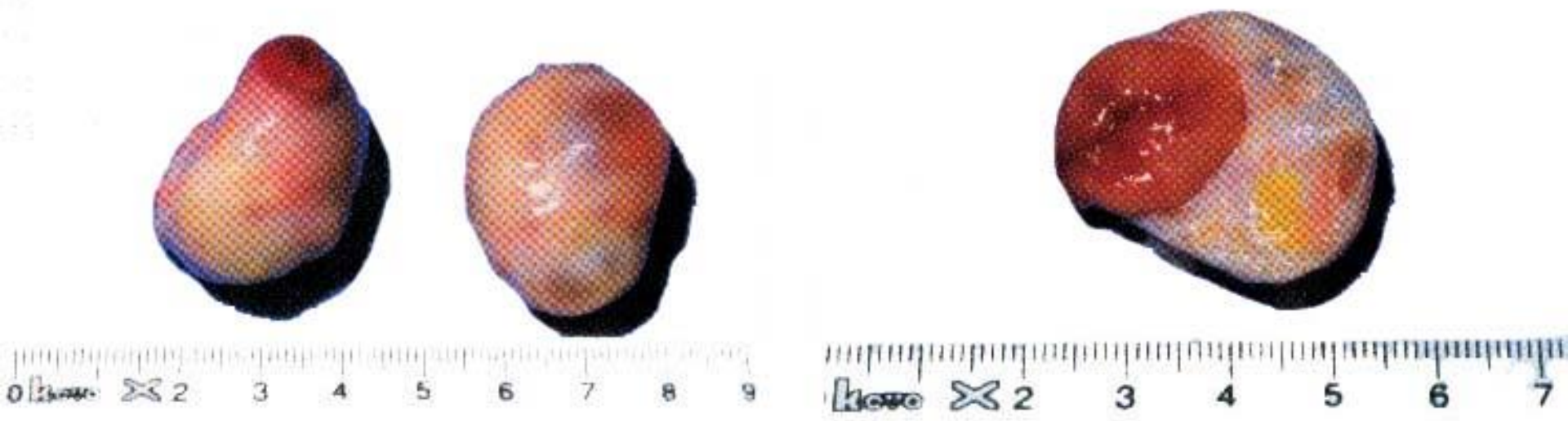
วันที่ 2



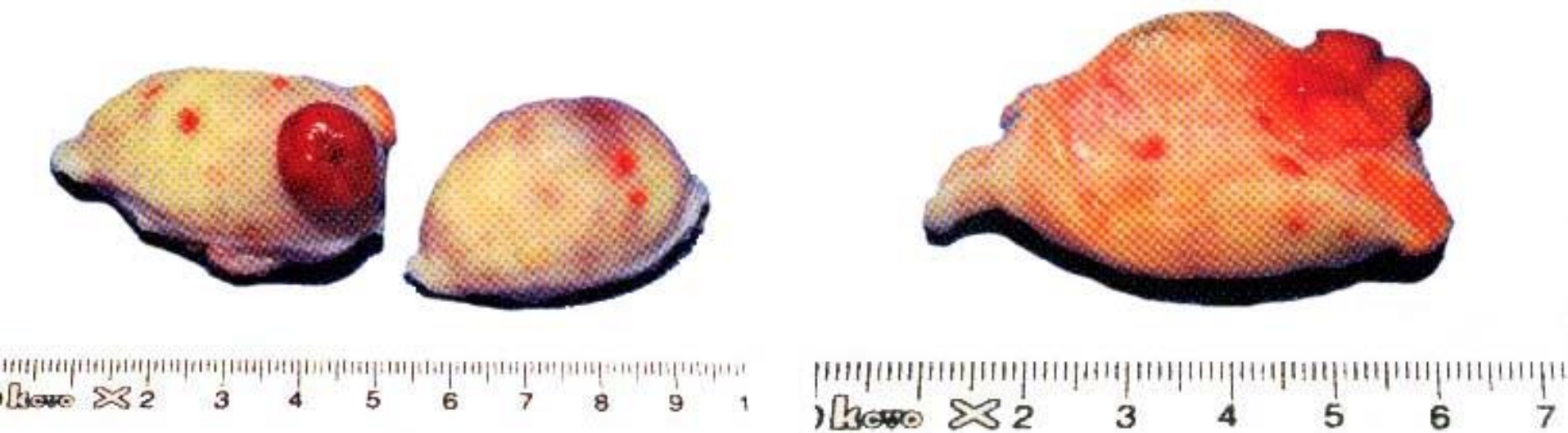
วันที่ 3



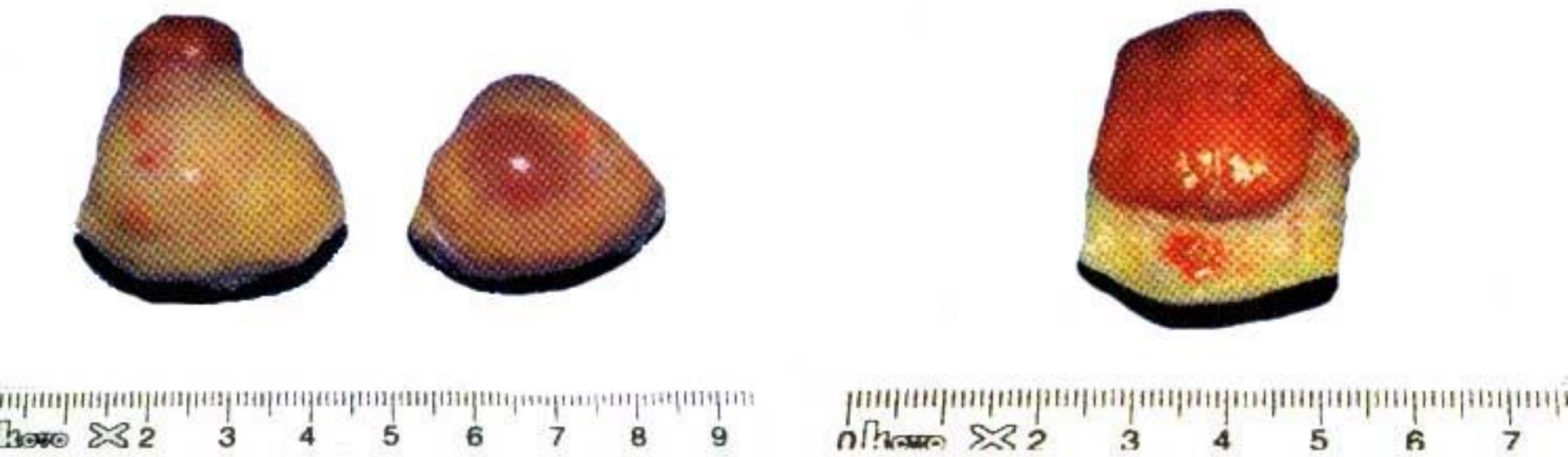
วันที่ 4



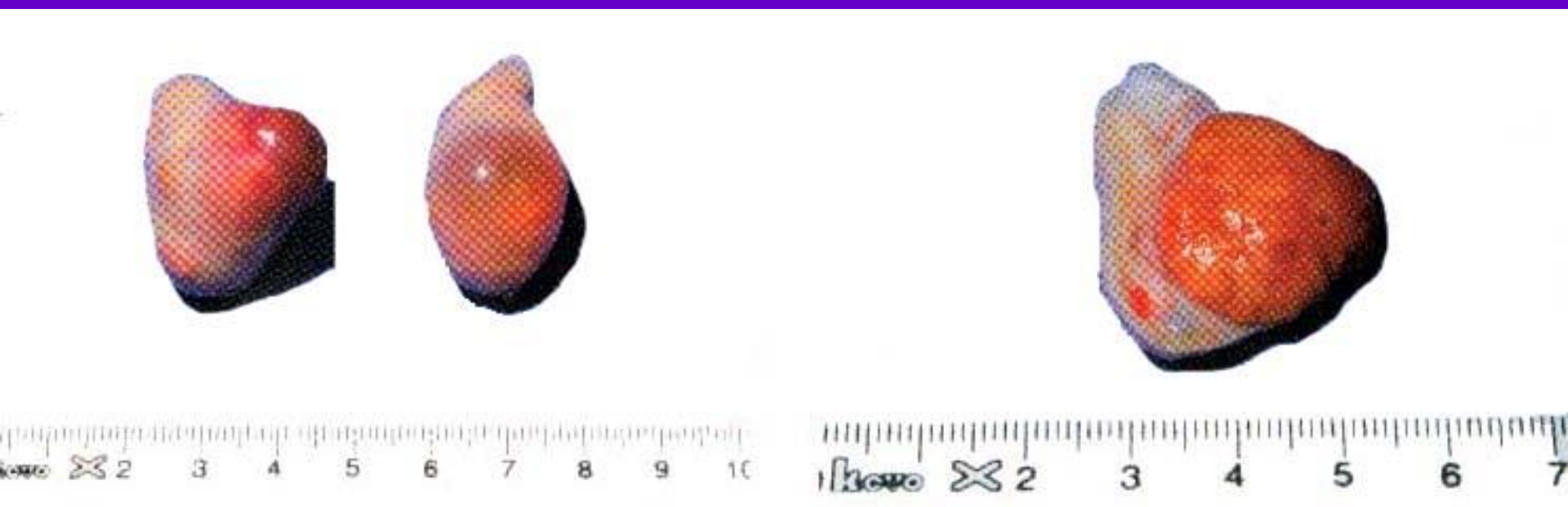
วันที่ 5



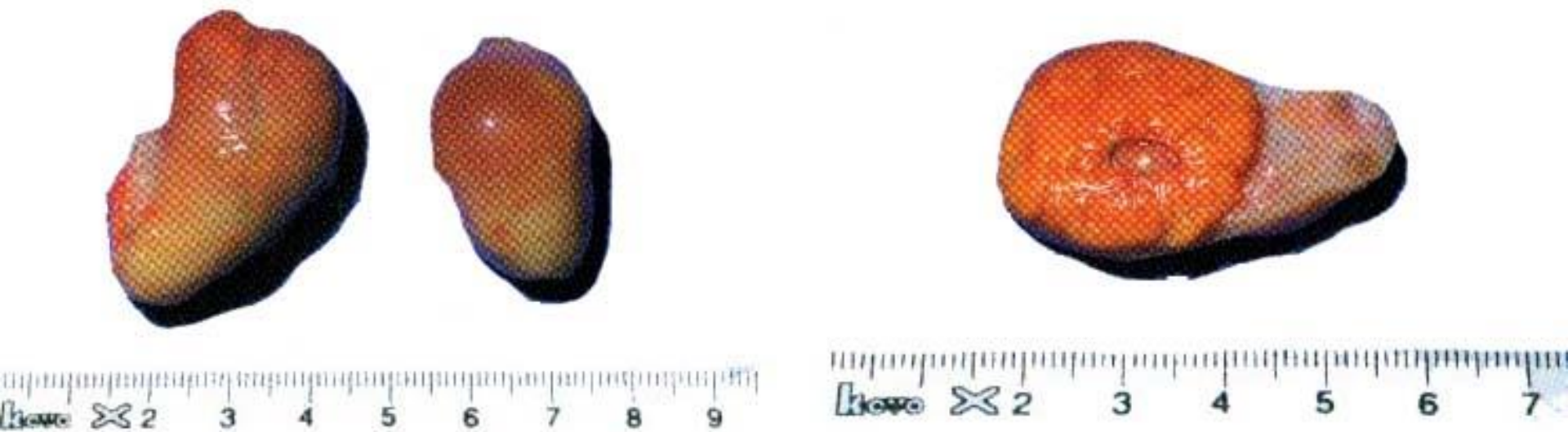
วันที่ 6



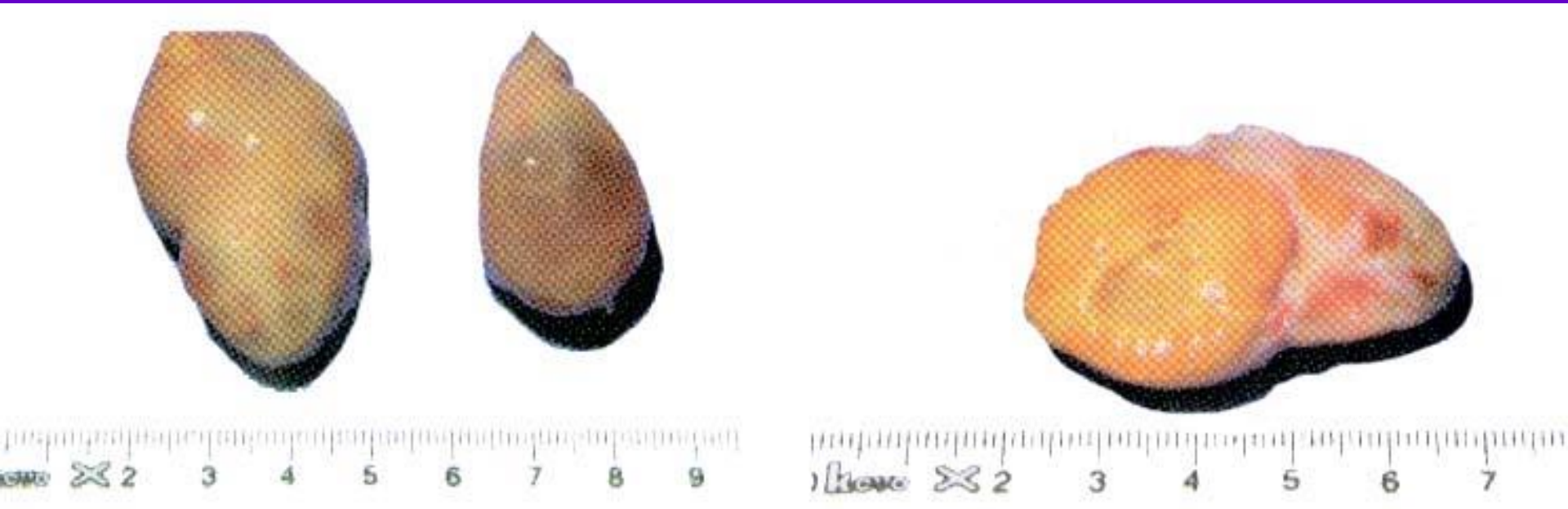
วันที่ 7



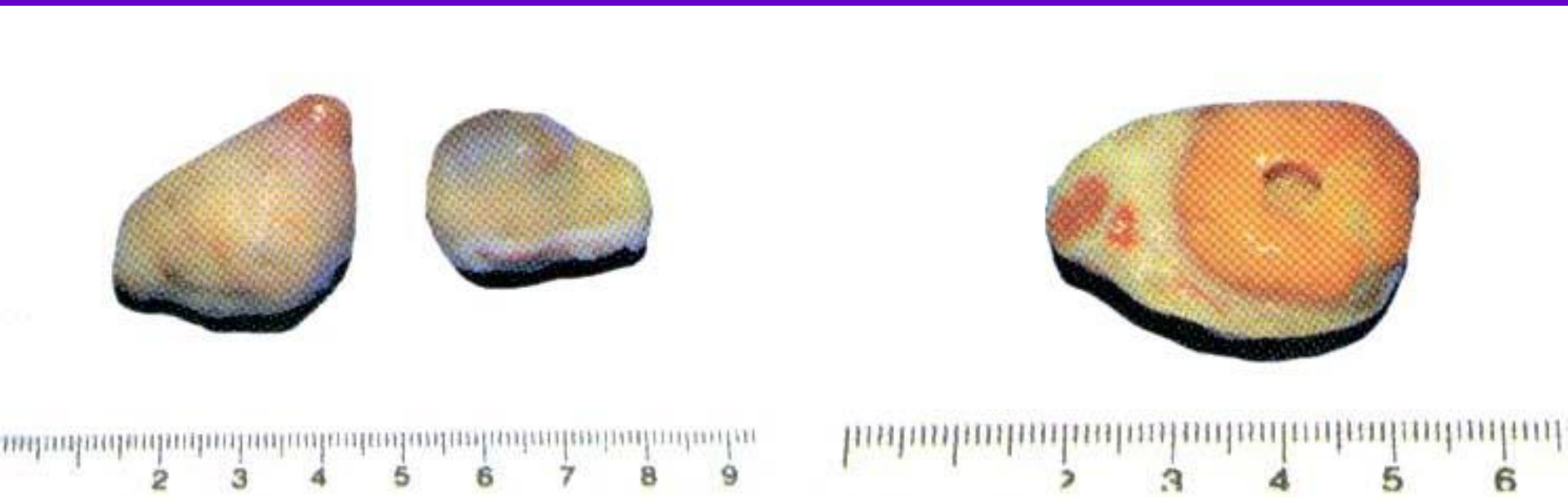
วันที่ 9



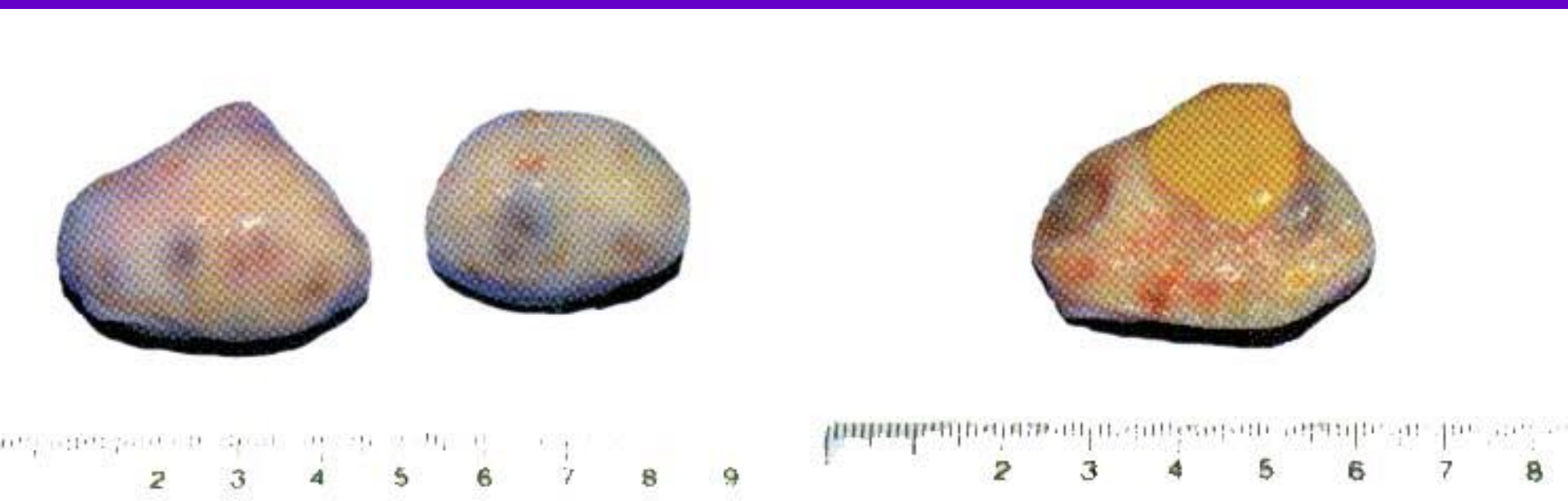
วันที่ 14



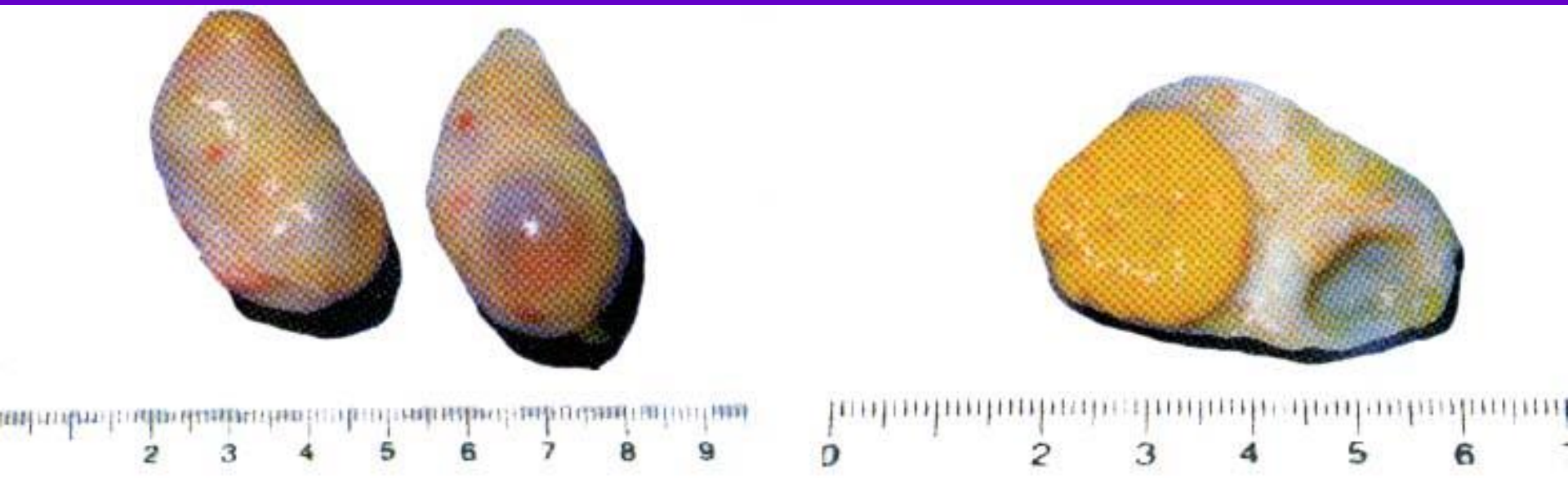
วันที่ 15



วันที่ 16



วันที่ 20



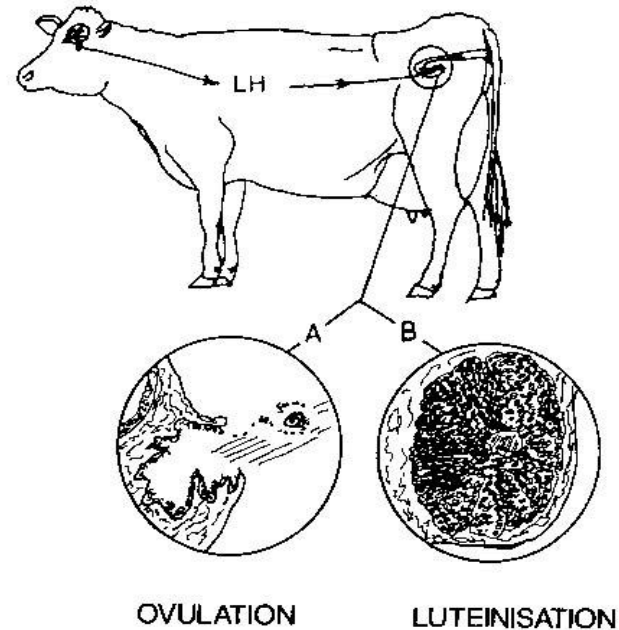
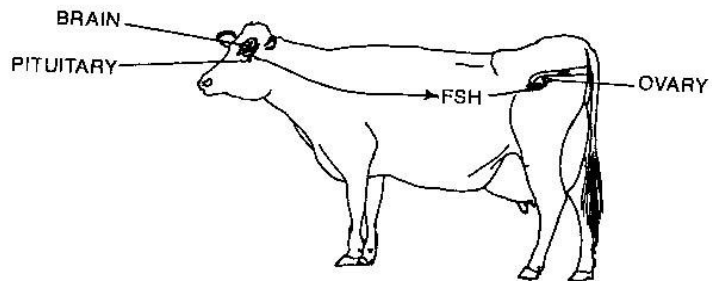
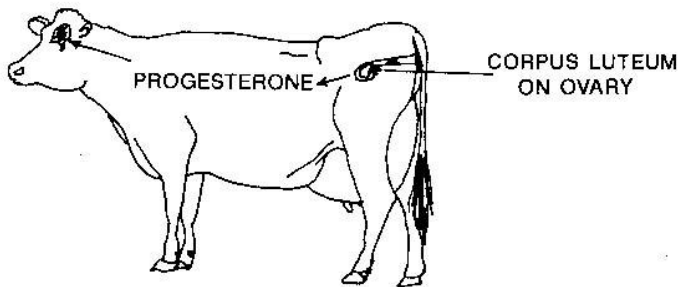
วันที่ 21

ระยะของวงจรการเป็นสัตว์ของโค

ในวงจรการเป็นสัตว์รอบหนึ่ง ๆ กินเวลาประมาณ 21 วัน นักวิชาการ ได้แบ่งเป็น 2 ระยะ คือ

1.ระยะลูเตียล(Luteal phase)

2.ระยะฟอลลิคูล่า(Follicular phase)



1.ระยะลูเตียล (Luteal phase)

ได้แก่ ระยะที่มีเซลล์ลูเตียล บนรังไข่จะพบก้อนเนื้อเหลือง เป็นระยะที่ฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนทำงาน

ระยะลูเตียล แยกย่อยออกได้อีกเป็น 2 ระยะ คือระยะ หลังเป็นสัด (Metestrus) และระยะสงบ (Diestrus)

2.ระยะฟอลลิคูล่า(Follicular phase)
ได้แก่เป็นระยะที่ไม่มีเซลล์เดียว และ
บนรังไข่จะพบโดมินันท์ฟอลลิเคิล

ระยะฟอลลิคูล่า แยกย่อยออกได้อีกเป็น
2 ระยะ ระยะก่อนเป็นสัด (Proestrus) และ
ระยะเป็นสัด (Estrus)

Higher Neural Centers

Physical stress

Emotional Stress

Monoamines (NE,E,DA)

Via opioids

+,-

Opioids

Inadequate food intake

Hypothalamus

Pulsatile GnRH

Via opioids (weak)

more on LH

only on FSH

Pituitary

(weak) +

FSH

LH

Progesterone

Inhibin

Ovary

Granulosa

Theca

Stroma

Corpus Luteum

-

Testosterone

