

บทที่ 4

ผลการทดลอง



1. ผลการศึกษาลักษณะทางฮิสโตโลยีของต่อมไทรอยด์ของ เอ็มบริโอของกระต๋า

จากการศึกษาการเจริญของต่อมไทรอยด์ตั้งแต่อายุฟัก 1-16 วัน พบว่ามีการเจริญตามลำดับดังนี้

1.1 อายุฟัก 1 วัน (แผ่นภาพที่ 3a)

พบการสร้างไทรอยด์ที่บริเวณส่วนกลางพื้นล่างของหลอดคอ เหนือบัลบัล อาร์เทอร์ไอซิส ลักษณะเซลล์เป็นรูปทรงกระบอกหลายชั้นซึ่งเกิดจากการหนาตัวของกลุ่มเซลล์ ทำให้แตกต่างจากเซลล์ของหลอดคอซึ่งอยู่กันอย่างหลวม ๆ

1.2 อายุฟัก 2 วัน (แผ่นภาพที่ 3b)

ไทรอยด์มีลักษณะเป็นเวสิเคิลยื่นลงมาและอยู่เหนือบัลบัล อาร์เทอร์ไอซิส มีเซลล์หลายชั้นและพับซ้อนตรงริม 2 ข้างเข้าหากัน แต่ยังไม่หลุดจากหลอดคอ

1.3 อายุฟัก 3 วัน (แผ่นภาพที่ 3c)

ไทรอยด์หลุดจากเซลล์ของหลอดคอ ล้อมรอบด้วยเนื้อเยื่อมีเซนไคม์ เคลื่อนไปมีตำแหน่งอยู่ใกล้ ๆ เส้นเลือดแดงเอออร์ติคคู่ที่ 3 (แผ่นภาพที่ 2a) ในระยะนี้ไทรอยด์ยังไม่แยกเป็น 2 พู

1.4 อายุฟัก 4 วัน (แผ่นภาพที่ 3d)

ไทรอยด์ก็ยกยาวออกตามขวางและแบ่งเป็น 2 พู ล้อมรอบด้วยเนื้อเยื่อมีเซนไคม์

1.5 อายุฟัก 5 วัน (แผ่นภาพที่ 3e)

เนื้อเยื่อมีเซนไคม์เริ่มแทรกเข้าสู่เนื้อเยื่อไทรอยด์ ทำให้มีการเคลื่อนที่ของกลุ่มเซลล์ไทรอยด์เกิดช่องว่างเซลล์และไทรอยด์มีลักษณะเป็นพูย่อย ๆ ในระยะนี้มีเส้นเลือดมาเลี้ยงรอบ ๆ ไทรอยด์

1.6 อายุฟัก 6 วัน (แผ่นภาพที่ 3f)

กลุ่มเซลล์ไทรอยด์มีลักษณะเป็นเส้นสายขดไปขดมำ เรียกว่าคอร์ล ขอบเขตของเซลล์ไม่ชัดเจน มีเส้นเลือดแทรกเข้าไปร่องหน้-พอลลิเคลซึ่งคคเคี้ยวไปมาทั่วต่อม จึงเรียกว่าเชอคูลาตอรีไซนุซอยด์

ในระยะนี้พบว่าต่อมไทรอยด์อยู่ในตำแหน่งเช่นเดียวกับตอนฟักเป็นตัวคือ อยู่ติดกับพาราไทรอยด์ (Parathyroid) และเส้นเลือดค้ำจุกูลาร์ ใกล้กับหลอดเลือดอาหาร (แผ่นภาพที่ 2b)

1.7 อายุฟัก 7 วัน (แผ่นภาพที่ 3g)

กลุ่มเซลล์ไทรอยด์มีลักษณะเป็นคอร์ล เห็นชัดและมากขึ้น ขอบเขตของเซลล์ยังคงไม่ชัดเจน เริ่มสร้างพอลลิเคลบริเวณกลาง ๆ ของต่อม จะเห็นช่องพอลลิเคลเล็ก ๆ กระจุกกระจายห่าง ๆ กันภายในคอร์ล เนื่องจากเพิ่งมีพอลลิเคลปรากฏให้เห็นครั้งแรก จึงเริ่มต้นวัดขนาดช่องพอลลิเคลในระยะนี้ โดยการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางช่องพอลลิเคลของทุกพอลลิเคลที่สังเกตเห็น (ประมาณ 5-10 ซอลลิเคล ได้ค่าเฉลี่ย 1.72 ไมครอน (ตารางที่ 3)

1.8 อายุฟัก 8 วัน (แผ่นภาพที่ 3h)

มีการสร้างพอลลิเคลมากขึ้น แต่ยังไม่แยกเป็นพอลลิเคลชัดเจน โดยขยายการสร้างพอลลิเคลออกไปจากบริเวณจุดเริ่มกลางต่อม ส่วนขอบ ๆ ของต่อมยังคงมีลักษณะที่เป็นคอร์ลอยู่ วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของช่องพอลลิเคล โดยการวัดในแนวแกน X, Y ของต่อมไทรอยด์ ได้ค่าเฉลี่ย 2.59 ไมครอน (ตารางที่ 3)

1.9 อายุฟัก 10 วัน (แผ่นภาพที่ 3i)

ต่อมไทรอยด์มีพอลลิเคลเพิ่มขึ้นทั้งจำนวนและขนาด แต่ละพอลลิเคลมีลักษณะเซลล์ต่างกัน คือ มีลักษณะเซลล์เป็นรูปลูกบาศก์ หรือรูปทรงกระบอก มีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเป็นเส้นสายบาง ๆ แทรกอยู่ระหว่างพอลลิเคลพอควร รอบ ๆ ต่อมยังคงมีลักษณะที่เป็นคอร์ลอีกเล็กน้อย แต่มักเป็นท่อนสั้น ๆ วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของช่องพอลลิเคลได้ 4.84 ไมครอนโดยเฉลี่ย (ตารางที่ 3)

พอลลิเคลลในระยะนี้มีลักษณะที่สมบูรณ์แล้ว คือ เซลล์พอลลิเคลลสามารถสร้างไทโรโกลบูลิน
สะสมในช่องพอลลิเคลล และดึงกลับเข้าสู่เซลล์ทำให้เกิดคอลลอยต์แวกคิวโอลในช่องพอลลิเคลลซึ่ง
จะได้กล่าวถึงต่อไป

1.10 อายุฟัก 12 วัน (แผ่นภาพที่ 3j)

ต่อมไทรอยด์มีพอลลิเคลลเพิ่มขนาดมาก มีลักษณะเซลล์เป็นรูปลูกบาศก์หรือรูปทรงกระบอก
เช่นเดิม แต่เซลล์ขนาดเล็กลงในขณะที่พอลลิเคลลมีขนาดเพิ่มขึ้น เกือบทุกพอลลิเคลลที่อยู่กลาง ๆ
ต่อมมีคอลลอยต์แวกคิวโอลในช่องพอลลิเคลลมาก รัศขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของช่องพอลลิเคลลได้
10.87 ไมครอน โดยเฉลี่ย (ตารางที่ 3)

1.11 อายุฟัก 14 วัน (แผ่นภาพที่ 3k)

ต่อมไทรอยด์มีพอลลิเคลลเพิ่มขนาดอย่างมาก มีคอลลอยต์แวกคิวโอลในช่องพอลลิเคลลของ
ทุกพอลลิเคลลมากที่สุดในช่วงเวลาฟักทั้งหมด พอลลิเคลลใหญ่มักมีเซลล์เป็นรูปลูกบาศก์ ส่วนพอลลิเคลล
ขนาดกลางและขนาดเล็กยังคงมีเซลล์รูปร่างสูง เป็นรูปทรงกระบอก รัศขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ
ช่องพอลลิเคลลได้ 22.1 ไมครอนโดยเฉลี่ย (ตารางที่ 3)

1.12 อายุฟัก 16 วัน (แผ่นภาพที่ 3l)

ต่อมไทรอยด์มีอัตราการขยายขนาดของช่องพอลลิเคลลในช่วงอายุฟัก 14-16 วันไม่สูง
เท่าช่วงแรก ๆ (ตารางที่ 3) แต่มีพอลลิเคลลขนาดใหญ่หนาแน่นกว่าตอนอายุฟัก 14 วัน เซลล์-
พอลลิเคลลเป็นรูปลูกบาศก์มีคอลลอยต์แวกคิวโอลในช่องพอลลิเคลลน้อยกว่าตอนอายุฟัก 14 วัน ในบาง-
ตัวมีคอลลอยต์แวกคิวโอลบริเวณกลางต่อมและบางตัวมีน้อยมาก รัศขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของช่อง
พอลลิเคลลได้ 28.1 ไมครอนโดยเฉลี่ย (ตารางที่ 3)

2 ผลการศึกษาฮิสโตเคมีของต่อมไทรอยด์

2.1 ผลการศึกษาไทโรโกลบูลิน (ตารางที่ 1, แผ่นภาพที่ 4 และ 7)

บริเวณที่มีปฏิกิริยาบอกริมาณของไทโรโกลบูลินจะปรากฏสีทับทิมหรือสีม่วงแดงของการ
ย้อม PAS (แผ่นภาพที่ 7a และ 7b)

อายุฟัก 3, 4, 5 และ 6 วัน (แผ่นภาพที่ 4a, 4b, 4c, 4d ตามลำดับ)

ต่อมไทรอยด์มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว แต่ยังไม่มีการสร้างฟอลลิเคิล พบว่า
ภายในเซลล์ของไทรอยด์มีปฏิกิริยาน้อย

อายุฟัก 7 วัน (แผ่นภาพที่ 4e, 7a)

ต่อมไทรอยด์เริ่มสร้างฟอลลิเคิล ช่องฟอลลิเคิลมีปฏิกิริยาน้อย เห็นเป็นคอลลอยด์ (C)
สีจาง ๆ แสดงว่าเริ่มมีการสะสมคอลลอยด์ในช่องฟอลลิเคิล แต่ในบางช่องฟอลลิเคิลยังไม่มีปฏิกิริยา
ส่วนในเซลล์ฟอลลิเคิลมีปฏิกิริยาน้อย

อายุฟัก 8 วัน (แผ่นภาพที่ 4f)

ต่อมไทรอยด์มีปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นทั้งในช่องฟอลลิเคิลและภายในเซลล์ คือมีปฏิกิริยาปานกลาง
โดยที่กลาง ๆ ต่อมมักมีปฏิกิริยาเข้มที่ช่องฟอลลิเคิลเห็นเป็นคอลลอยด์ (C) สีเข้มขึ้น

อายุฟัก 10 วัน (แผ่นภาพที่ 4g, 7b)

เซลล์ฟอลลิเคิลมีปฏิกิริยาปานกลาง พบว่ามีครอปเลทกระจัดกระจายอยู่รอบนิวเคลียส
และตามขอบเขตของเซลล์ แต่บางฟอลลิเคิลยังไม่เห็นครอปเลท ในช่องฟอลลิเคิลมีปฏิกิริยามาก
ที่สุดของช่วงระยะเวลาฟักทั้งหมด แสดงว่ามีการสะสมไทโรโกลบูลินในรูปของคอลลอยด์สูงสุด
ในขณะที่เดียวกันก็มีครอปเลทซึ่งเกิดจากการดึงเอาคอลลอยด์กลับเข้าสู่เซลล์โดยวิธีเอ็นโดไซโตซิส
ทำให้เกิดคอลลอยด์แวกคิวโอลในช่องฟอลลิเคิล อย่างไรก็ตามในระบะนี้ยังมีครอปเลทและคอลลอยด์
แวกคิวโอลเกิดขึ้นน้อย แสดงว่าชบวนการเอ็นโดไซโตซิสเพิ่งเริ่มเกิดขึ้น

อายุฟัก 12 วัน (แผ่นภาพที่ 4h)

เซลล์ฟอลลิเคิลมีปฏิกิริยามาก มีครอปเลทขนาดใหญ่กระจัดกระจายในไซโตพลาส
และหนาแน่นที่ขอบบนของเซลล์ ในช่องฟอลลิเคิลมีปฏิกิริยามาก แต่น้อยกว่าตอนอายุฟัก 10 วัน
เกือบทุกฟอลลิเคิลที่อยู่กลาง ๆ ต่อมมีคอลลอยด์แวกคิวโอลในช่องฟอลลิเคิล แสดงว่าในระบะนี้มี
การเอ็นโดไซโตซิสเอาคอลลอยด์กลับเข้าสู่เซลล์มากขึ้น

อายุฟัก 14 วัน (แผ่นภาพที่ 4i)

เซลล์พอลลิเคล็ดมีปฏิกริยามากที่สุดของช่วงระยะเวลาฟักทั้งหมด มีตรอบเลขขนาดเล็ก อยู่ทั่วทั้งเซลล์ โดยเฉพาะที่ขอบบนของเซลล์จะหนาแน่นมาก เห็นเป็นแถบชัดเจน ในช่องพอลลิเคล็ด มีปฏิกริยาปานกลาง มีคอลลอยด์แควคคิวโอลในช่องพอลลิเคล็ดมากที่สุด แสดงว่าในระยะนี้มีขบวนการ เอ็นโดไซโตซิสสูงสุด

อายุฟัก 16 วัน (แผ่นภาพที่ 4j)

เซลล์พอลลิเคล็ดมีปฏิกริยามาก มีตรอบเลขขนาดเล็กกระจัดกระจายทั่วไซโตพลาสซึม ในช่องพอลลิเคล็ดมีปฏิกริยามากเช่นกัน พบว่าพอลลิเคล็ดที่มีคอลลอยด์แควคคิวโอลมาก จะมีตรอบเลข ภายในเซลล์มากและหนาแน่นที่ขอบบนของเซลล์เช่นเดียวกับตอนอายุฟัก 14 วัน ส่วนในพอลลิเคล็ดที่มี คอลลอยด์แควคคิวโอลน้อย จะมีตรอบเลขกระจายทั่วเซลล์ แสดงว่ามีการเอ็นโดไซโตซิสลดลง

2.2 ผลการศึกษางานของเอ็นไซม์แอลสิต ฟอสฟาเตส (ตารางที่ 1, แผ่นภาพที่ 5 และ 8)

ปฏิกริยาแสดงการทำงานของเอ็นไซม์แอลสิต ฟอสฟาเตสในเซลล์พอลลิเคล็ด เป็นสีฟ้าถึง สีนํ้าเงินขึ้นกับปริมาณของเอ็นไซม์ ส่วนในช่องพอลลิเคล็ดไม่มีปฏิกริยา (แผ่นภาพที่ 8a และ 8b) เม็ดเลือดมีปฏิกริยาเข้มมาก

อายุฟัก 3, 4 วัน (แผ่นภาพที่ 5a และ 5b)

เซลล์ไทรอยด์มีปฏิกริยาน้อย

อายุฟัก 5 วัน (แผ่นภาพที่ 5c)

เซลล์ไทรอยด์มีปฏิกริยามาก เนื่องจากแอลสิต ฟอสฟาเตสเป็นเอ็นไซม์ที่แสดงให้ ทราบว่าไมโทโซโซม (Enzyme marker of lysosome) ดังนั้นในระยะนี้จะมีการสร้างไมโทโซโซม เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงทำให้มีการทำงานของเอ็นไซม์แอลสิต ฟอสฟาเตสมากขึ้น ในระยะนี้ เม็ดเลือดที่อยู่รอบ ๆ ต่อมไทรอยด์มีปฏิกริยาของเอ็นไซม์มากกว่าเซลล์ไทรอยด์

อายุฟัก 6, 7 วัน (แผ่นภาพที่ 5d และ 5e)

คอร์คและเซลล์พอลลิเคิลมีปฏิกริยาน้อย ตั้งแต่ระยะนี้จะพบเม็ดเลือดใน เซอตุลาตอริ ไชนชอยด์ มีปฏิกริยาเข้มมากกว่าเซลล์ของไทรอยด์จนกระทั่งตัวเอ็มบริโอฟักเป็นตัว

อายุฟัก 8 วัน (แผ่นภาพที่ 5f)

เซลล์พอลลิเคิลมีปฏิกริยาปานกลาง ระยะนี้เป็นช่วงที่มีการทำงานของเอ็นไซม์เพิ่มขึ้นอีก หลังจากลดลงในอายุฟัก 6 และ 7 วัน

อายุฟัก 10, 12, 14, 16 วัน (แผ่นภาพที่ 5g, 5h, 5i, 5j ตามลำดับ)

เซลล์พอลลิเคิลมีปฏิกริยามากเท่าๆ กันตลอดจนกระทั่ง เอ็มบริโอฟักเป็นตัวในอายุฟัก 16 วัน แสดงว่ามีการทำงานของเอ็นไซม์แอสิด ฟอสฟาเตสในอัตราที่สูงเท่า ๆ กันตลอด

2.3 ผลการศึกษาการทำงานของเอ็นไซม์ เอสเตอเรส (ตารางที่ 1, แผ่นภาพที่ 6 และ 8)

ปฏิกริยาแสดงการทำงานของเอ็นไซม์ เอสเตอเรสในเซลล์พอลลิเคิลเป็นสีน้ำเงินแกมเขียว ส่วนในช่องพอลลิเคิลไม่มีปฏิกริยา (แผ่นภาพที่ 8c และ 8d)

อายุฟัก 3, 4 วัน (แผ่นภาพที่ 6a และ 6b)

เซลล์ไทรอยด์ยังไม่มีปฏิกริยา

อายุฟัก 5 วัน (แผ่นภาพที่ 6c)

เซลล์ไทรอยด์มีปฏิกริยาปานกลาง เม็ดเลือดที่อยู่รอบ ๆ ต่อมไทรอยด์มีปฏิกริยาเข้มเท่า ๆ กับเซลล์ไทรอยด์

อายุฟัก 6, 7 วัน (แผ่นภาพที่ 6d และ 6e)

คอร์คและเซลล์พอลลิเคิลมีปฏิกริยาน้อย ในระยะนี้พบว่า เม็ดเลือดมีปฏิกริยามากกว่าเซลล์ของไทรอยด์

อายุฟัก 8 วัน (แผ่นภาพที่ 6f)

เซลล์พอลลิเคิลมีปฏิกริยาปานกลาง ระยะนี้เริ่มมีการทำงานของ เอ็นไซม์เอส เตอ เรส เพิ่มขึ้นอีกหลังจากลดลงในอายุฟัก 6, 7 วัน เช่นเดียวกับการทำงานของ เอ็นไซม์แอลดีค ฟอสฟา เตส เม็ดเลือดมีปฏิกริยามากกว่าเซลล์พอลลิเคิล

อายุฟัก 10 วัน (แผ่นภาพที่ 6g)

เซลล์พอลลิเคิลมีปฏิกริยามาก เม็ดเลือดมีปฏิกริยาน้อยกว่า เซลล์พอลลิเคิลตั้งแต่ระยะนี้จนกระทั่งเอ็มบริโอฟักเป็นตัว

อายุฟัก 12, 14, 16 วัน (แผ่นภาพที่ 6h, 6i, 6j)

เซลล์พอลลิเคิลมีปฏิกริยามากที่สุดตั้งแต่อายุฟัก 12-16 วัน แสดงว่าในช่วงนี้มีก่าการทำงานของเอ็นไซม์เอส เตอ เรสในอัตราสูงสุดเท่า ๆ กัน

3. ผลการศึกษากการเจริญของเอ็มบริโอ (ตารางที่ 2 รูปที่ 3)

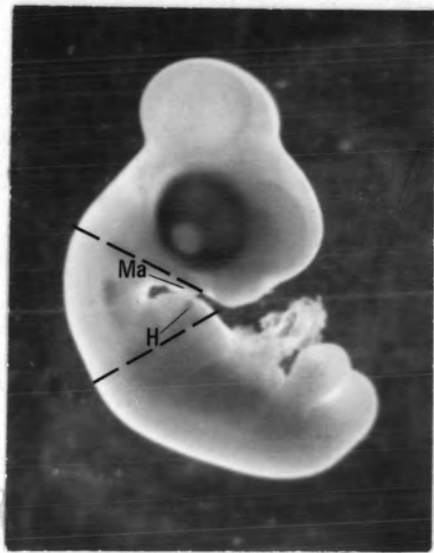
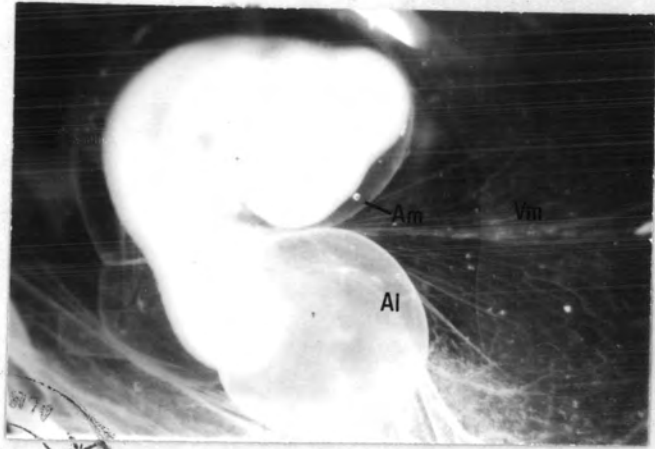
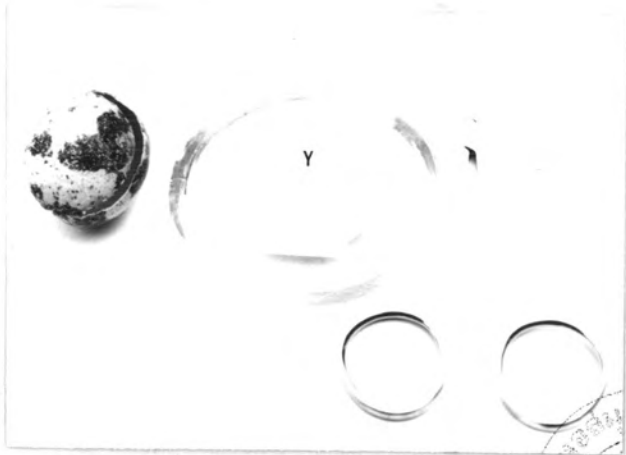
จากกราฟแสดงการเจริญสะสม (Cumulative growth) และการเจริญเพิ่มขึ้นต่อวัน (Daily increment of growth) พบว่ากราฟของทั้งน้ำหนักเปียกและน้ำหนักแห้งมีลักษณะคล้ายคลึงกันคือ การเจริญสะสมเป็นรูปตัวเจ (J) ในระยะแรกจะเจริญอย่างช้า ๆ หลังจากอายุฟัก 8 วัน จะมีการเจริญอย่างรวดเร็ว สำหรับการเจริญเพิ่มขึ้นต่อวัน พบว่าในระยะแรกมีการเพิ่มน้ำหนักที่ละน้อยและค่อนข้างสูงในอายุฟัก 6 วัน แต่การเพิ่มน้ำหนักในอายุฟัก 7 วัน จะน้อยกว่าในอายุฟัก 6 วันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90 % ($p > 0.10$) แล้วจะมีการเพิ่มน้ำหนักสูงขึ้นจนถึงอายุฟัก 12 วัน หลังจากนั้นการเพิ่มน้ำหนักจะไม่สม่ำเสมอ คือมีการเพิ่มน้ำหนักมากบ้างน้อยบ้าง และจากการทดสอบทางสถิติพบว่า การเพิ่มน้ำหนักในอายุฟัก 13 วัน น้อยกว่าในอายุฟัก 14 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90 % ($p > 0.10$)

แผ่นภาพที่ 1

แสดงการแยกเอ็มบริโอของกระต่ายและตำแหน่งที่แยกไทรอยด์

- 1a แสดงการแยกเอ็มบริโออายุฟัก 2 วัน ตัดเปลือกไข่ด้านบนเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.5- 2 ซม. เปิดเปลือกไข่ออกเทใส่ใน Petri dish ให้เอ็มบริโออยู่ด้านบน ใช้กระดาษกรองที่ตัดเป็นช่องสี่เหลี่ยมขนาดประมาณ 1.0 X 1.0 ตารางเซนติเมตร วางกระดาษกรองที่บนไข่แดง (Yolk) ให้เอ็มบริโออยู่ตรงกลาง ใช้กรรไกรปลายแหลมโค้ง ตัดเยื่อวิเทลลินรอบ ๆ กระดาษกรองแยกเอ็มบริโอจากไข่แดง
- 1b แสดงเอ็มบริโออายุฟัก 4 วัน บนเยื่อวิเทลลิน ยังไม่ได้แยกถุงน้ำคร่ำและถุงอะลันทอยด์
- 1c แสดงเอ็มบริโออายุฟัก 4 วัน ซึ่งแยกเยื่อวิเทลลิน ถุงน้ำคร่ำและถุงอะลันทอยด์เรียบร้อยแล้ว ในภาพมีเส้นประ (-----) แสดงบริเวณที่แยกไทรอยด์ตั้งแต่แมนติเบิลถึงหัวใจ
- 1d แสดงตำแหน่งของต่อมไทรอยด์ในเอ็มบริโออายุฟัก 16 วัน ในภาพแสดงต่อมไทรอยด์ซึ่งอยู่ทางด้านซ้ายของลำคอและด้านล่างของต่อมไธมัส

Al	=	Alantoic sac
Am	=	Amniotic sac
H	=	Heart
Ma	=	Mandible
T	=	Thyroid
Th	=	Thymus
Vm	=	Vitelline membrane
Y	=	Yolk



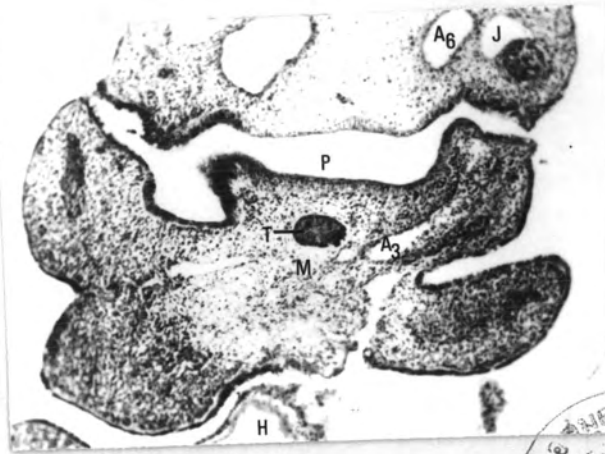
แผ่นภาพที่ 2

แสดงตำแหน่งของต่อมไทรอยด์ของเอ็มบริโอนกกระทา

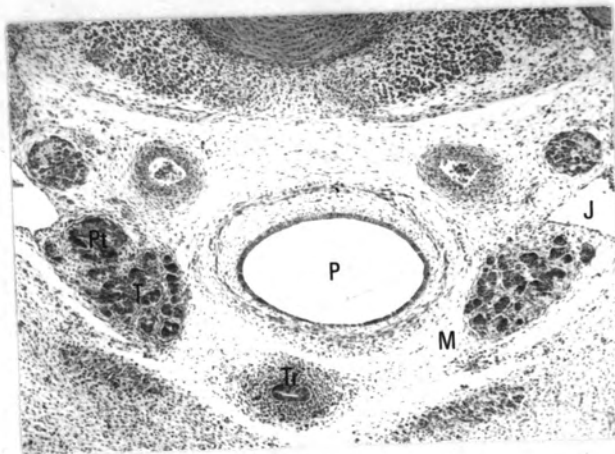
- 2a ไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟก 3 วัน ในภาพแสดงไทรอยด์ซึ่งอยู่ตรงกลางด้านล่างของหลอดคอ (P) และข้าง ๆ เส้นเลือดแดงเอออร์ติคคู่ที่ 3 ย้อมสีมาโตไซลินและอีโอซิน
- 2b ไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟก 6 วัน ในภาพแสดงไทรอยด์ซึ่งอยู่บนข้างหลอดคอ (P) อยู่ด้านหน้าพาราไทรอยด์ (Pt) และเส้นเลือดดำจุกูลาร์ (J) ย้อมสีมาโตไซลินและอีโอซิน

กำลังขยาย 80 X

A ₃	=	3 rd aortic arch
A ₆	=	6 th aortic arch
H	=	Heart
J	=	Jugular Vein
M	=	Mesenchyme
O	=	Oesophagus
P	=	Pharynx
T	=	Thyroid
Tr	=	Trachea



2a



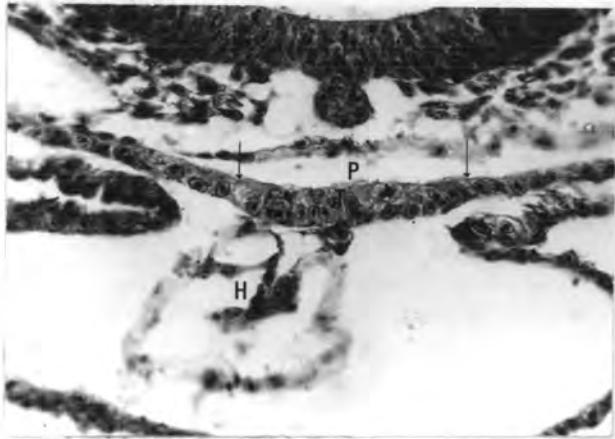
2b

แผ่นภาพที่ 3

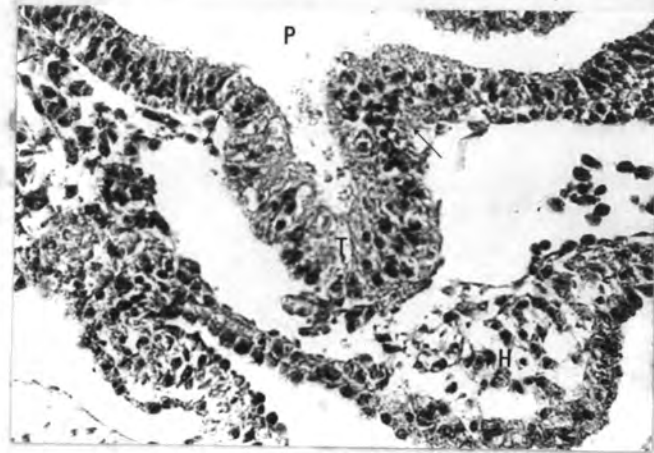
แสดงลักษณะทั่วไปของเนื้อเยื่อต่อมไทรอยด์ของเอ็มบริโอในกระเพาะอายุฟักต่าง ๆ ย้อมด้วย
ฮีมาโตไซลีนและอีโอซัน

- 3a ไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 1 วัน อยู่ในระยะหน้าตัว (ช่วงระหว่างศรชี้) มีลักษณะเซลล์
เป็นรูปทรงกระบอกอัดกันแน่น และติดกับเซลล์หลอดคอ
- 3b ไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 2 วัน เป็นเวสิเคิล (ช่วงระหว่างศรชี้) และมีเซลล์เป็นรูป
ทรงกระบอกหลายชั้น
- 3c ไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 3 วัน เป็นก้อนกลมใต้หลอดคอ
- 3d ไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 4 วัน กำลังแบ่งเป็น 2 พู
- 3e ไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 5 วัน มีเซนไคม์แทรกเข้าไปเกิดเป็นพูย่อย ๆ
- 3f ไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 6 วัน มีลักษณะเป็นคอร์ด และมีเส้นเลือด (Cs) ในต่อม
เม็ดเลือดในต่อมเริ่มปรากฏ
- 3g ไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 7 วัน เป็นคอร์ดมากขึ้นและเริ่มสร้างฟอลลิเคิล
- 3h ไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 8 วัน สร้างฟอลลิเคิลมากขึ้น แต่บางส่วนยังเป็นคอร์ด
- 3i ไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 10 วัน สร้างฟอลลิเคิลมากขึ้นทั้งขนาดและจำนวน
- 3j ไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 12 วัน ฟอลลิเคิลมีขนาดเพิ่มขึ้น
- 3k ไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 14 วัน ฟอลลิเคิลมีขนาดเพิ่มขึ้น
- 3l ไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 16 วัน ฟอลลิเคิลมีขนาดเพิ่มขึ้น

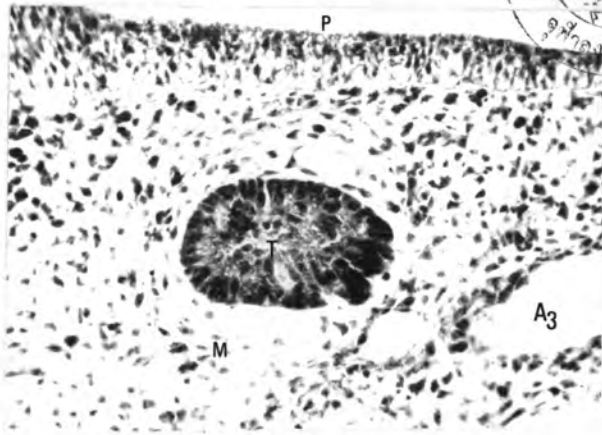
A ₃	=	3 rd aortic arch
Co	=	Cord
Cs	=	Circulatory sinusoid
E	=	Erythrocyte
Fc	=	Follicular cell
Fl	=	Follicular lumen
H	=	Heart
M	=	Mesenchyme
N	=	Non-follicular space
P	=	Pharynx
Pt	=	Parathyroid
T	=	Thyroid



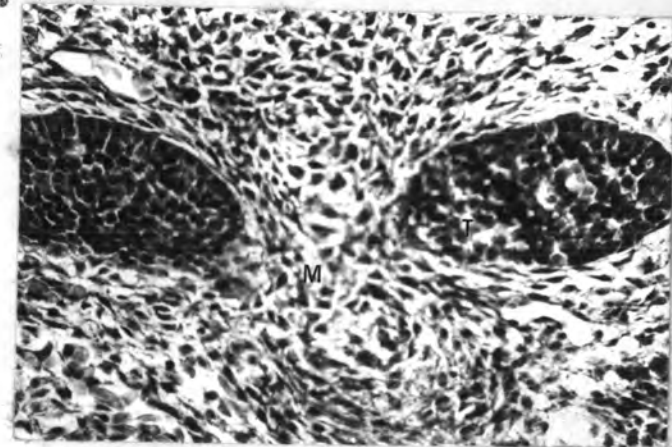
3a



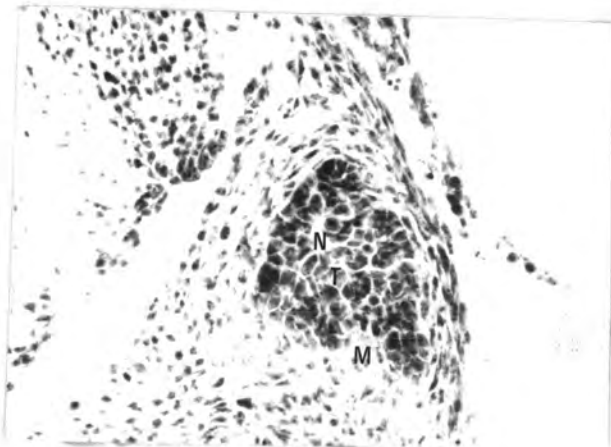
3b



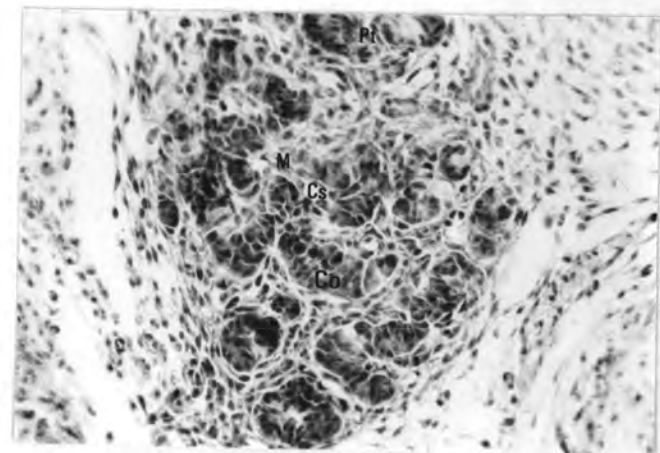
3c



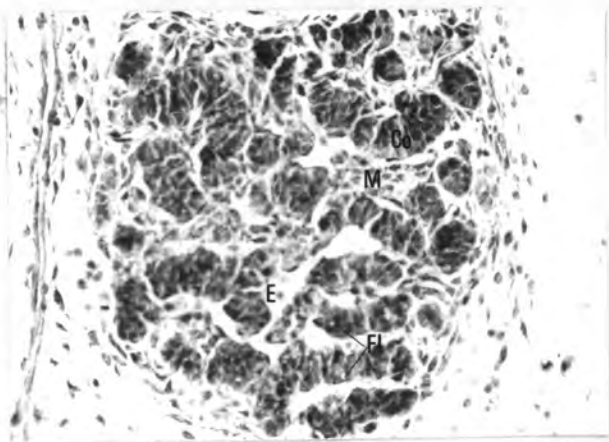
3d



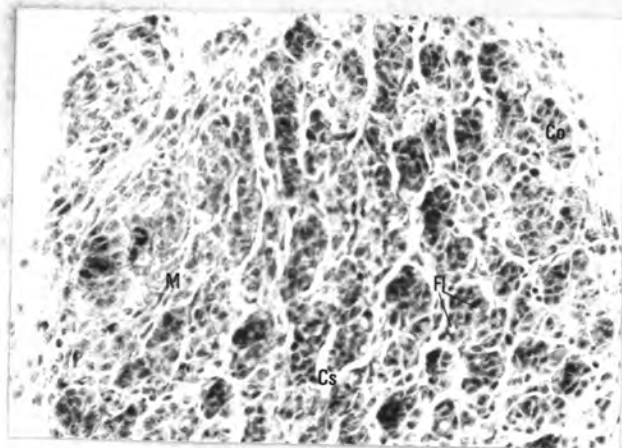
3e



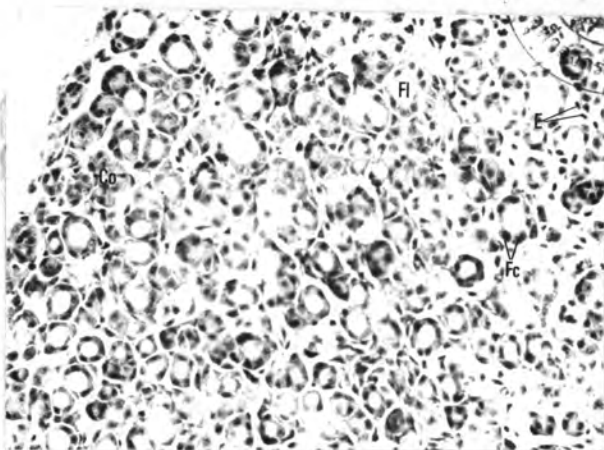
3f



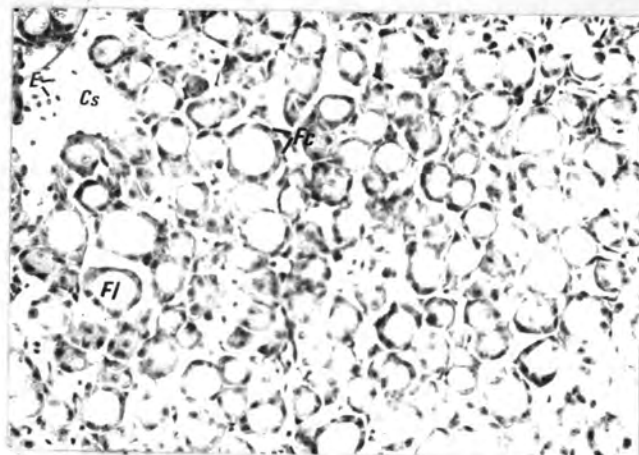
3g



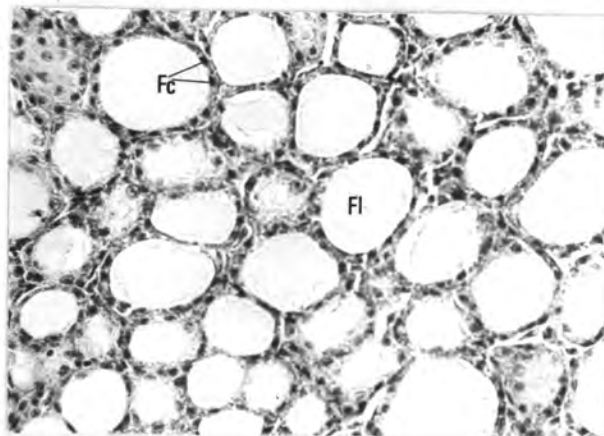
3h



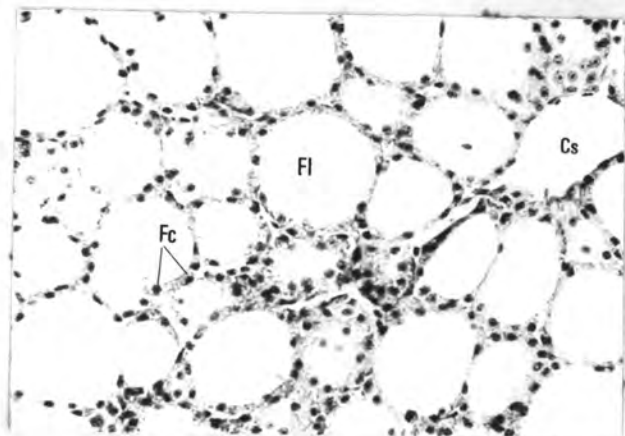
3i



3j



3k



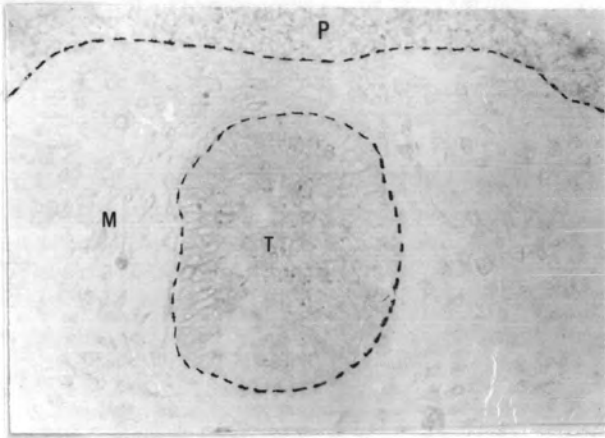
3l

C	=	Colloid
Co	=	Cord
Cs	=	Circulatory sinusoid
D	=	Droplet
E	=	Erythrocyte
Fc	=	Follicular cell
Fl	=	Follicular lumen
M	=	Mesenchyme
P	=	Pharynx
Pt	=	Parathyroid
T	=	Thyroid
V	=	Colloid Vacuole

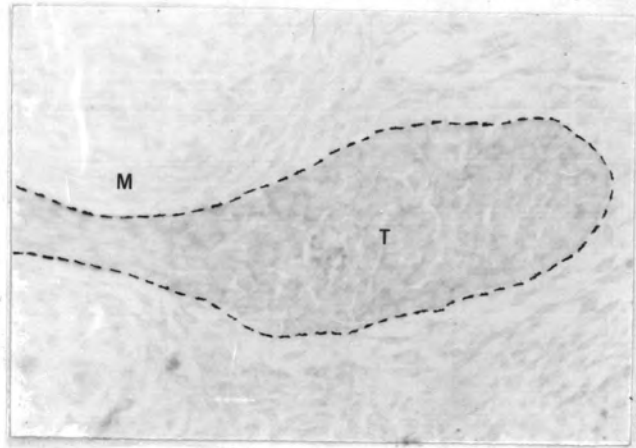
แผ่นภาพที่ 4

แสดงความเข้มของปฏิกิริยาบอกปริมาณของไทโรโกลบูลินในต่อมไทรอยด์ของเอ็มบริโอ
นกกระทาอายุฟักต่าง ๆ ย้อมด้วยวิธี PAS ให้สีม่วงแดง

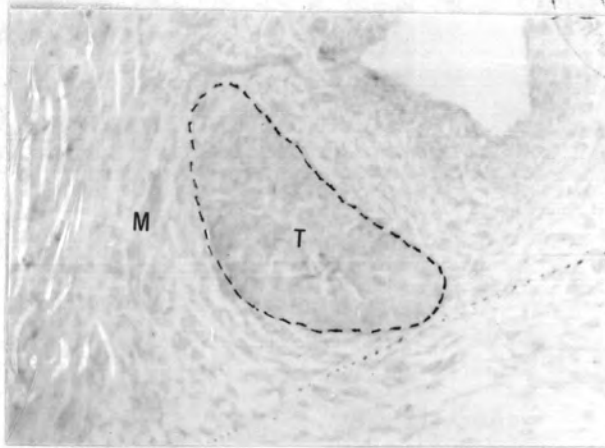
- 4a เนื้อเยื่อไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 3 วัน มีปฏิกิริยาน้อย (+1)
- 4b เนื้อเยื่อไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 4 วัน มีปฏิกิริยาน้อย (+1)
- 4c เนื้อเยื่อไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 5 วัน มีปฏิกิริยาน้อย (+1)
- 4d เนื้อเยื่อไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 6 วัน มีปฏิกิริยาน้อย (+1)
- 4e เนื้อเยื่อไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 7 วัน เซลล์ฟอลลิเคิลแสดงปฏิกิริยาน้อย (+1)
และช่องฟอลลิเคิลมีคอลลอยด์ (C) แสดงปฏิกิริยาน้อย (+1) ด้วย
- 4f เนื้อเยื่อไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 8 วัน เซลล์ฟอลลิเคิลแสดงปฏิกิริยาปานกลาง (+2)
และช่องฟอลลิเคิลมีคอลลอยด์ (C) แสดงปฏิกิริยาปานกลาง (+2) ด้วย
- 4g เนื้อเยื่อไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 10 วัน เซลล์ฟอลลิเคิลมีทรอปเลท (D) บ้าง แสดง
ปฏิกิริยาปานกลาง (+2) และช่องฟอลลิเคิลมีคอลลอยด์ (C) แสดงปฏิกิริยามากที่สุด (+4)
- 4h เนื้อเยื่อไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 12 วัน เซลล์ฟอลลิเคิลมีทรอปเลท (D) ชัดเจน แสดง
ปฏิกิริยามาก (+3) และช่องฟอลลิเคิลมีคอลลอยด์ (C) แสดงปฏิกิริยามาก (+3) ด้วย
- 4i เนื้อเยื่อไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 14 วัน เซลล์ฟอลลิเคิลมีทรอปเลท (D) ปริมาณมาก
แสดงปฏิกิริยามากที่สุด (+4) และช่องฟอลลิเคิลมีคอลลอยด์ (C) แสดงปฏิกิริยาปานกลาง (+2)
- 4j เนื้อเยื่อไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 16 วัน เซลล์ฟอลลิเคิลมีทรอปเลท (D) กระจายทั่วเซลล์
แสดงปฏิกิริยามาก (+3) และช่องฟอลลิเคิลมีคอลลอยด์ (C) แสดงปฏิกิริยามาก (+3) ด้วย



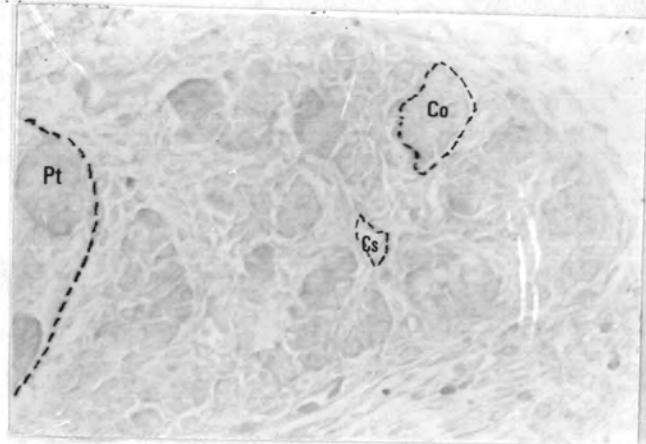
4a



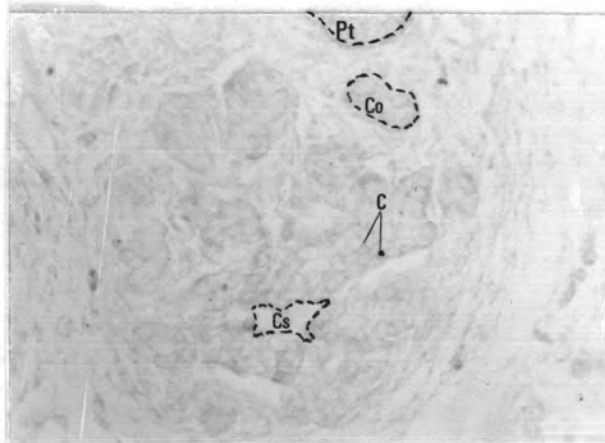
4b



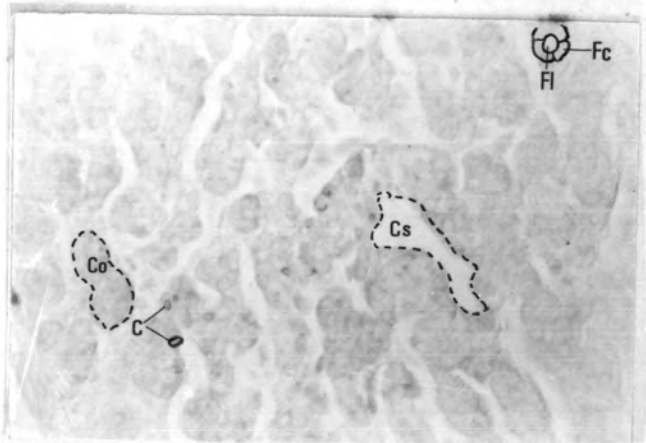
4c



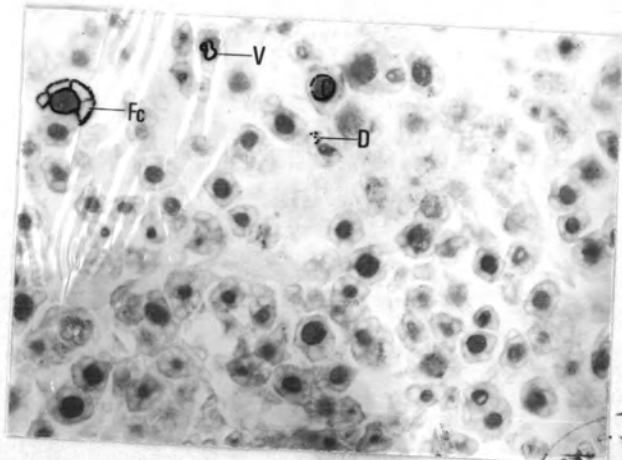
4d



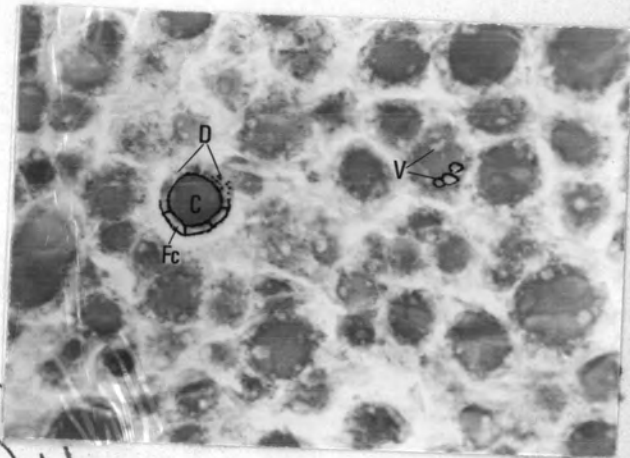
4e



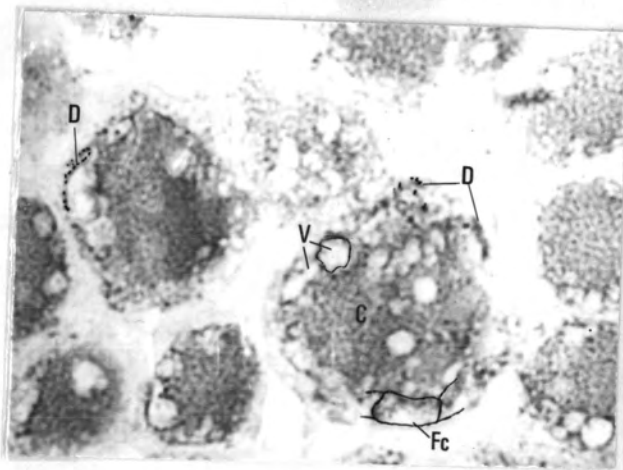
4f



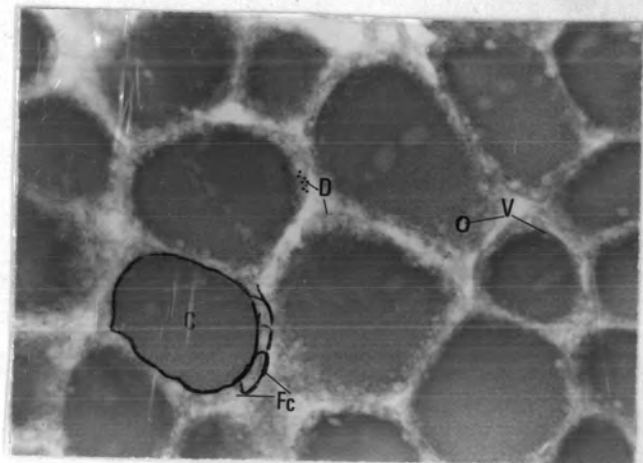
4a



4b



41



4j

แผ่นภาพที่ 5

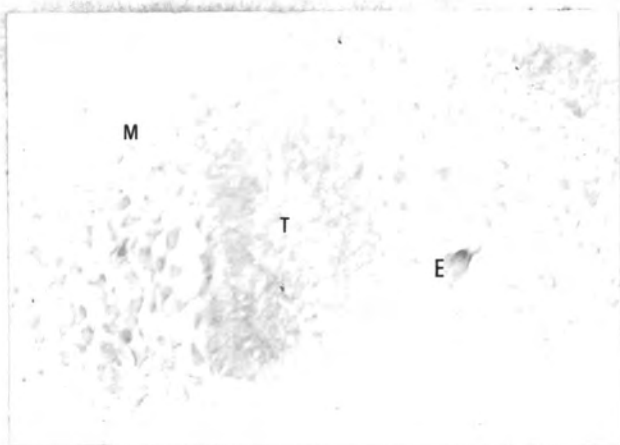
แสดงความเข้มของปฏิกิริยาแสดงการทำงานของเอ็มไซม์แอลดี ฟอสฟาเตสในโทรอยด์
ของเอ็มบริโอของกระต่ายอายุฟักต่าง ๆ ย้อมด้วยวิธีสเปเซียล แนนพธอล เอเอส โพล-ดีฟฟิง
ให้สีน้ำเงินหรือฟ้า

- 5a เนื้อเยื่อโทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 3 วัน มีปฏิกิริยาน้อย (+1)
5b เนื้อเยื่อโทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 4 วัน มีปฏิกิริยาน้อย (+1)
5c เนื้อเยื่อโทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 5 วัน มีปฏิกิริยามาก (+3)
5d เนื้อเยื่อโทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 6 วัน มีปฏิกิริยาน้อย (+1)
5e เนื้อเยื่อโทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 7 วัน มีปฏิกิริยาในเซลล์ฟอลลิเคิลน้อย (+1)
5f เนื้อเยื่อโทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 8 วัน มีปฏิกิริยาในเซลล์ฟอลลิเคิลปานกลาง (+2)
5g เนื้อเยื่อโทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 10 วัน มีปฏิกิริยาในเซลล์ฟอลลิเคิลมาก (+3)
5h เนื้อเยื่อโทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 12 วัน มีปฏิกิริยาในเซลล์ฟอลลิเคิลมาก (+3)
5i เนื้อเยื่อโทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 14 วัน มีปฏิกิริยาในเซลล์ฟอลลิเคิลมาก (+3)
5j เนื้อเยื่อโทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 16 วัน มีปฏิกิริยาในเซลล์ฟอลลิเคิลมาก (+3)

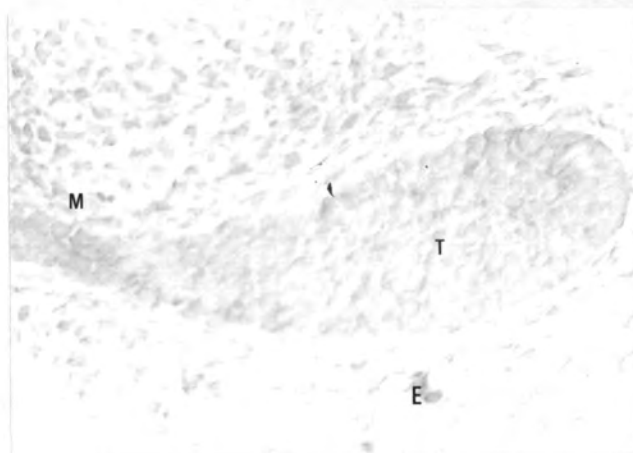
กำลังขยาย 420X

Co	=	Cord	M	=	Mesenchyme
Cs	=	Circulatory sinusoid	P	=	Pharynx
E	=	Erythrocyte	Pt	=	Parathyroid
Fc	=	Follicular cell	T	=	Thyroid
F1	=	Follicular lumen			

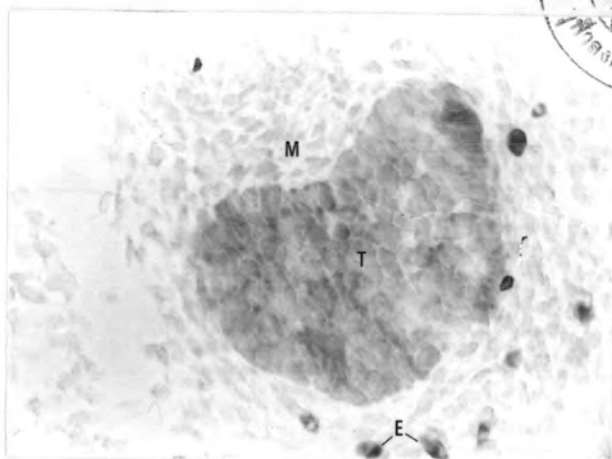
หมายเหตุ เม็ดเลือดมีปฏิกิริยาของ เอ็มไซม์แอลดี ฟอสฟาเตสด้วย



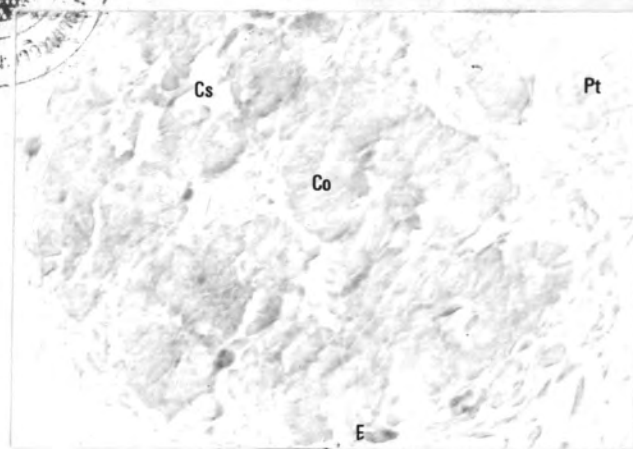
5a



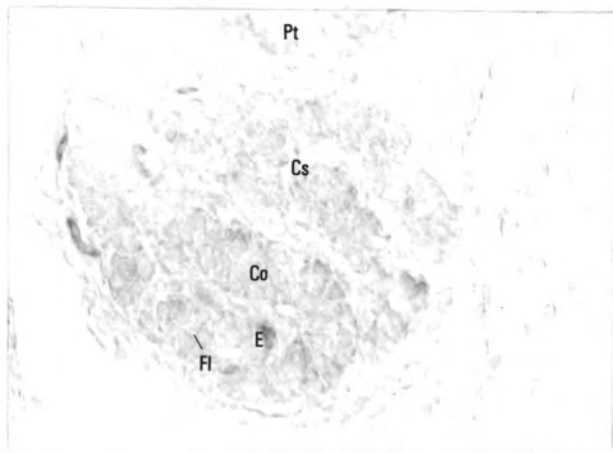
5b



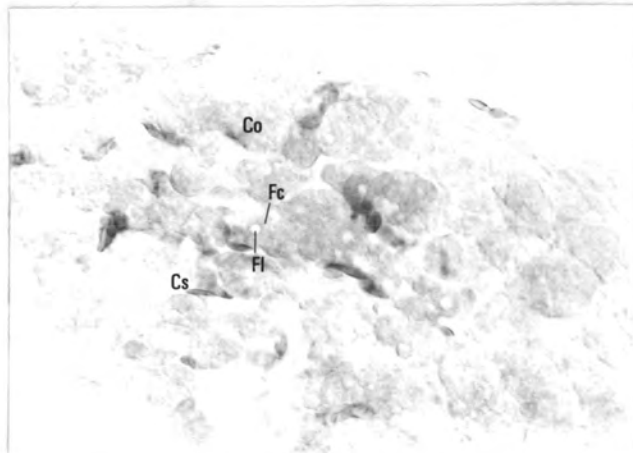
5c



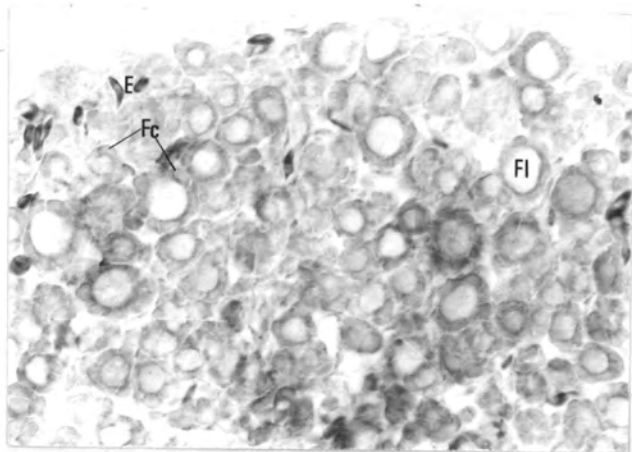
5d



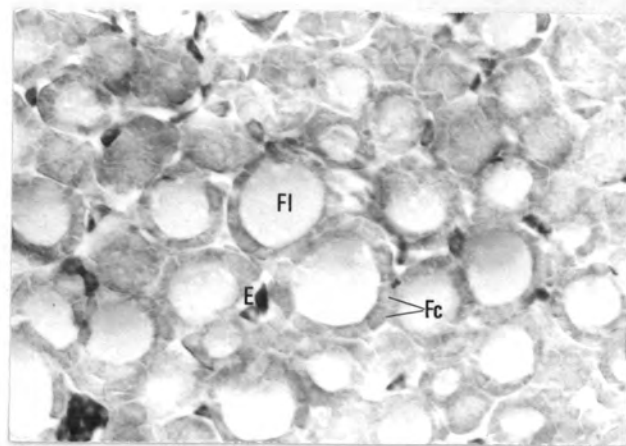
5e



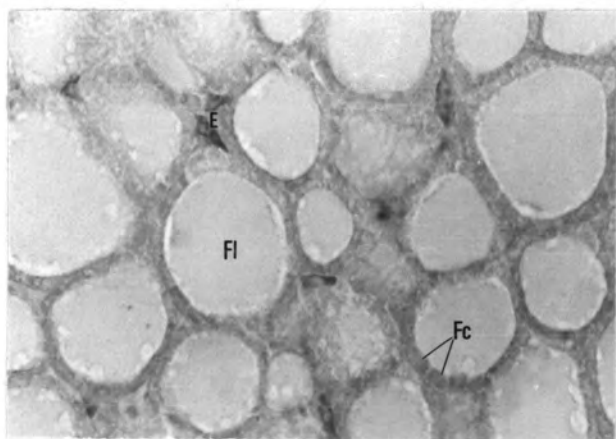
5f



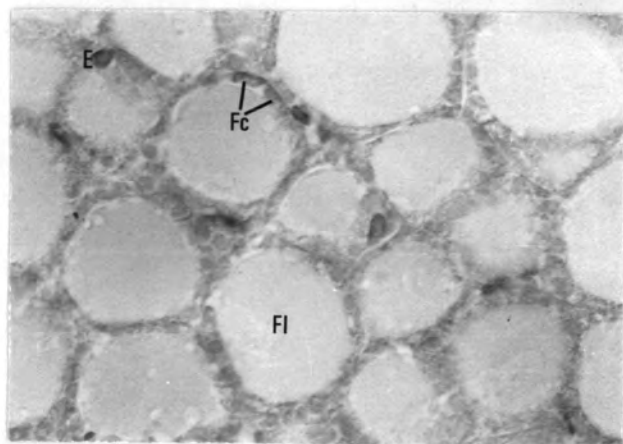
5g



5h



5i



5j

แผนภาพที่ 6

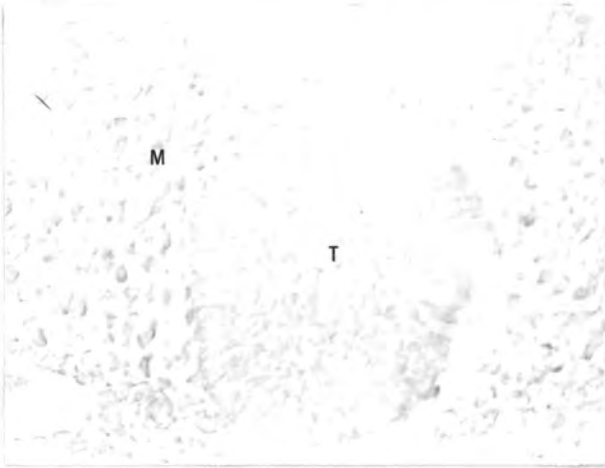
แสดงความเข้มของปฏิกิริยาแสดงการทำงานของ เอ็นไซม์ เอสเตอเรส ในไทรอยด์ของ
เอ็มบริออนกกระทาอายุฟักต่าง ๆ ย้อมด้วยวิธีเนฟธรอล เอเอส-ดี อะซีเตท ให้สีน้ำเงินแกมเขียว

- 6a เนื้อเยื่อไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 3 วัน ไม่มีปฏิกิริยา (-)
- 6b เนื้อเยื่อไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 4 วัน ไม่มีปฏิกิริยา (-)
- 6c เนื้อเยื่อไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 5 วัน มีปฏิกิริยาปานกลาง (+2)
- 5d เนื้อเยื่อไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 6 วัน มีปฏิกิริยาน้อย (+1)
- 6e เนื้อเยื่อไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 7 วัน มีปฏิกิริยาในเซลล์ฟอลลิเคิลน้อย (+1)
- 6f เนื้อเยื่อไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 8 วัน มีปฏิกิริยาในเซลล์ฟอลลิเคิลปานกลาง (+2)
- 6g เนื้อเยื่อไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 10 วัน มีปฏิกิริยาในเซลล์ฟอลลิเคิลมาก (+3)
- 6h เนื้อเยื่อไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 12 วัน มีปฏิกิริยาในเซลล์ฟอลลิเคิลมากที่สุด (+4)
- 6i เนื้อเยื่อไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 14 วัน มีปฏิกิริยาในเซลล์ฟอลลิเคิลมากที่สุด (+4)
- 6j เนื้อเยื่อไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 16 วัน มีปฏิกิริยาในเซลล์ฟอลลิเคิลมากที่สุด (+4)

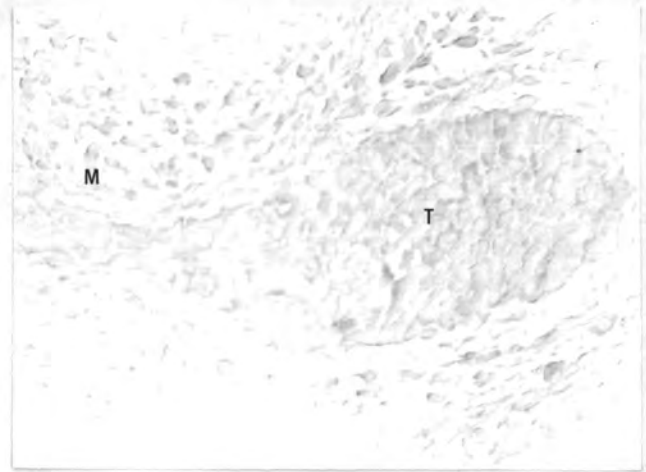
กำลังขยาย 420X

Co	=	Cord	M	=	Mesenchyme
Cs	=	Circulatory sinusoid	P	=	Pharynx
E	=	Erythrocyte	Pt	=	Parathyroid
Fc	=	Follicular cell	T	=	Thyroid
F1	=	Follicular lumen			

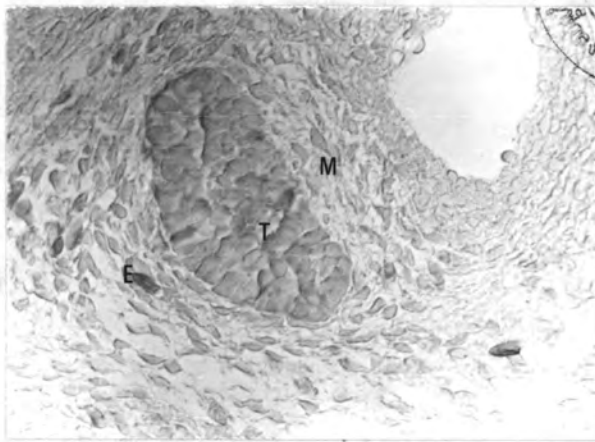
หมายเหตุ เม็ดเลือดมีปฏิกิริยาของเอสเตอเรสด้วย



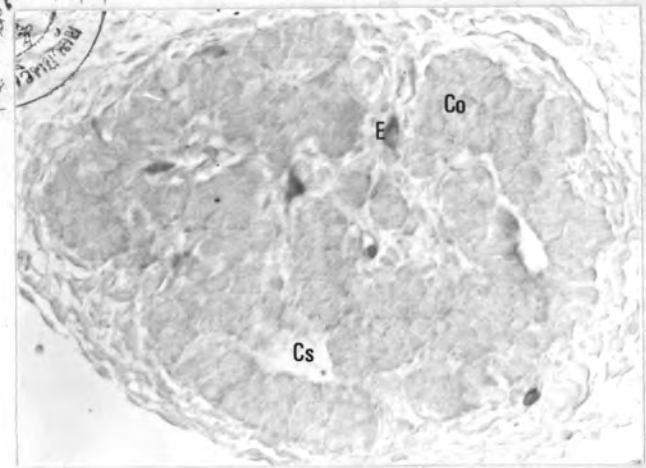
6a



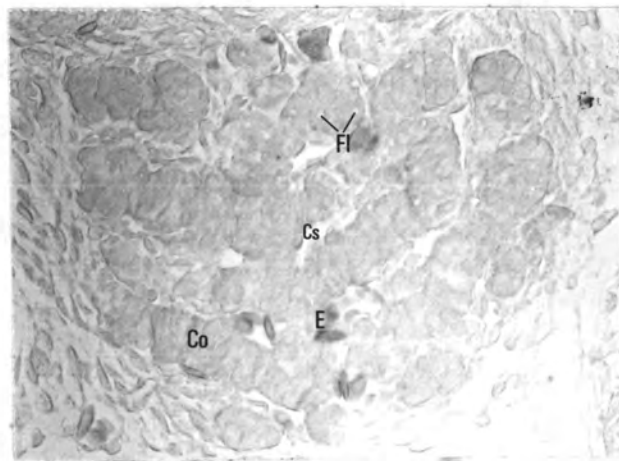
6b



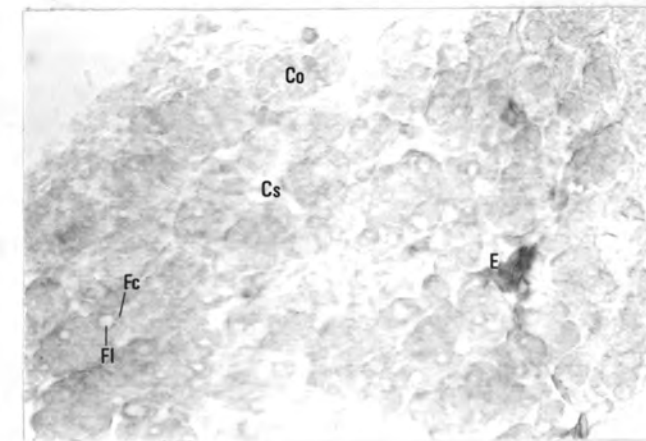
6c



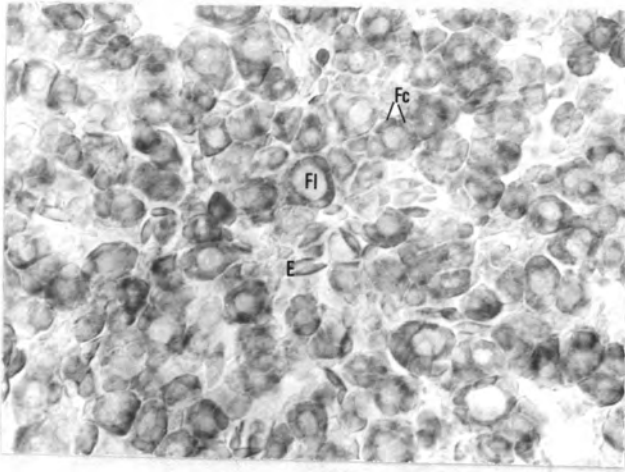
6d



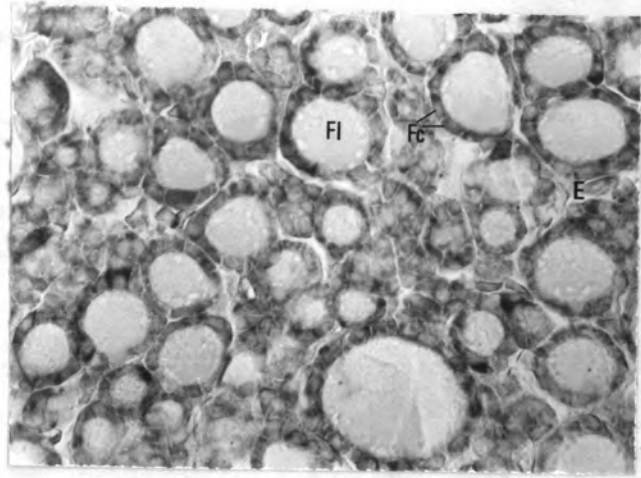
6e



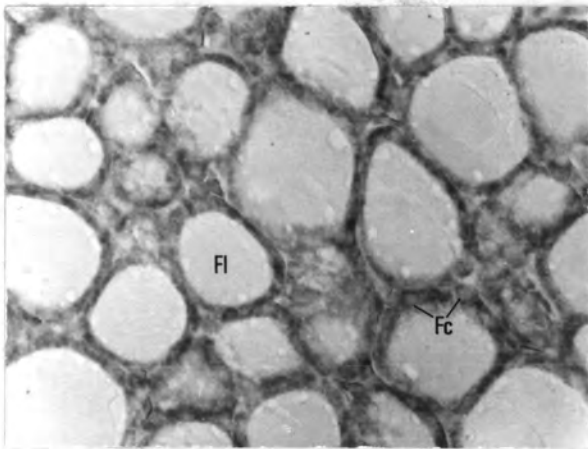
6f



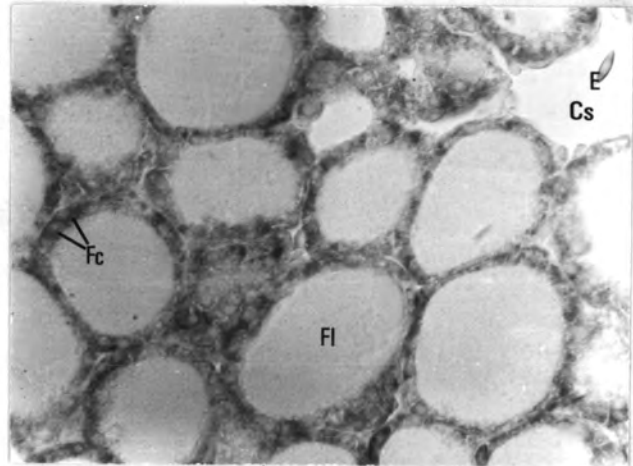
6g



6h



6i



6j

แผ่นภาพที่ 7

ตัวอย่างสีของปฏิกิริยาบอกปริมาณของไทโรโกลบูลินในไทรอยด์ของเอ็มบริโอจนกระทั่ง
ย้อมด้วย PAS

- 7a เนื้อเยื่อไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 7 วัน เซลล์ฟอลลิเคิลมีปฏิกิริยาน้อย (+1) เป็น
สีชมพูจาง ๆ และช่องฟอลลิเคิลมีปฏิกิริยาน้อย (+1) เป็นคอลลอยด์ (C) สีชมพูจาง ๆ
- 7b เนื้อเยื่อไทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 10 วัน เซลล์ฟอลลิเคิลมีปฏิกิริยาปานกลาง (+2)
เป็นสีม่วงแดงจาง ๆ และมีครอปเลท (D) บ้างในบางฟอลลิเคิล ส่วนในช่องฟอลลิเคิลมี
ปฏิกิริยามากที่สุด (+4) เป็นคอลลอยด์ (C) สีม่วงแดง

กำลังขยาย 420X

C = Colloid

Co = Cord

Cs = Circulatory sinusoid

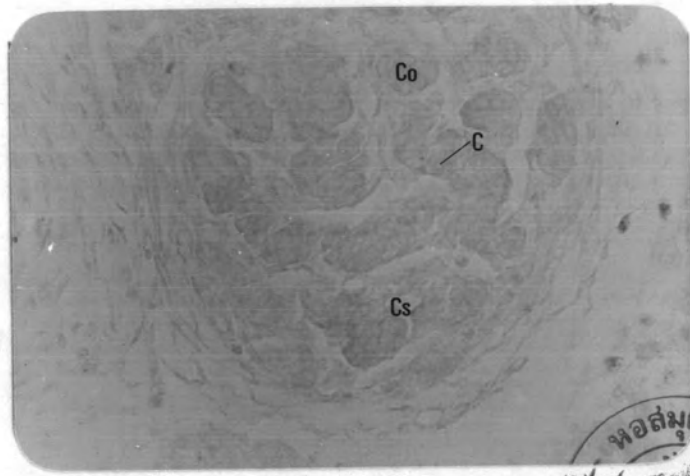
D = Droplet

E = Erythrocyte

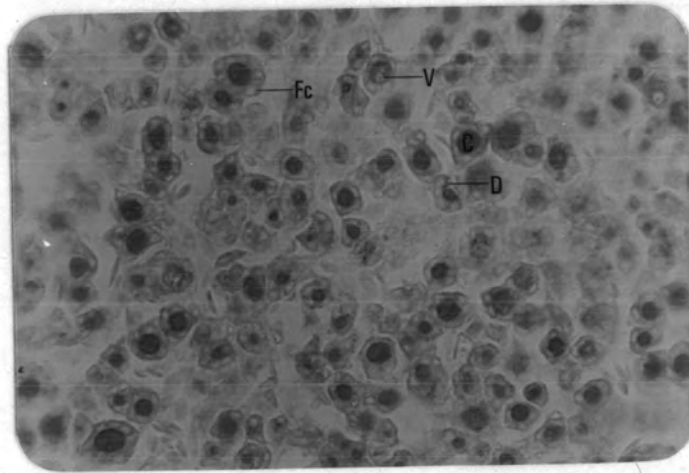
Fc = Follicular cell

Fl = Follicular lumen

V = Colloid Vacuole



7a



7b

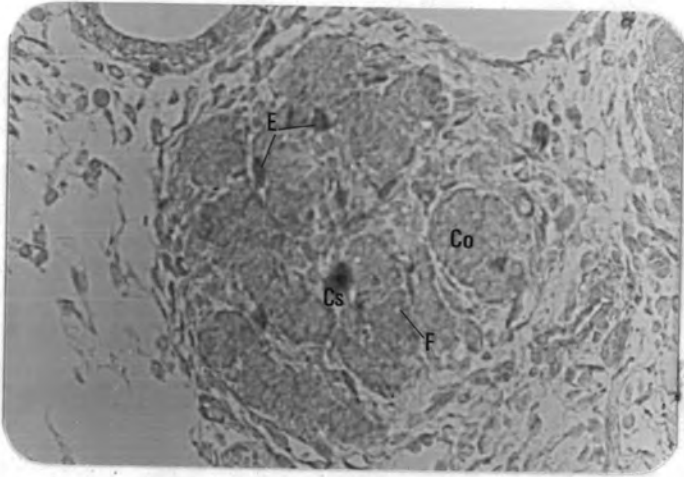
แผ่นภาพที่ 8

ตัวอย่างสีของปฏิกิริยาแสดงการทำงานของเอ็นไซม์แอสิด ฟอสฟาเตสและเอสเตอเรส ในโทรอยด์ของเอ็มบริโอของกระต่าย ย้อมด้วยวิธีสเปเชียล แมฟอล เอเอส โพล-คัพปลิง และวิธีแมฟอล เอเอส-ดี อะซีเตท

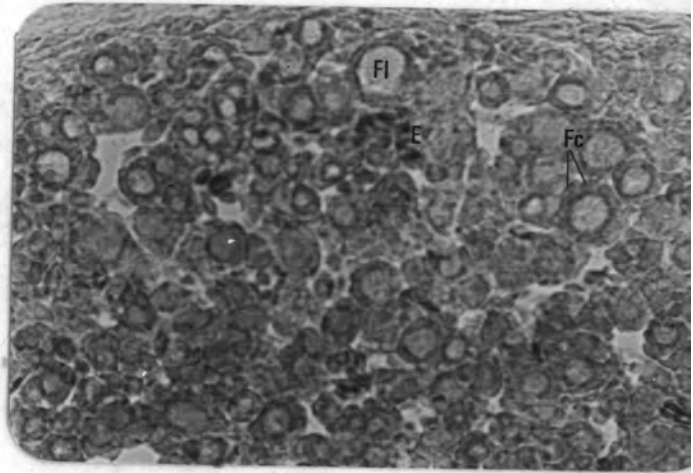
- 8a เนื้อเยื่อโทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 7 วัน มีปฏิกิริยาของแอสิด ฟอสฟาเตส ในเซลล์-ฟอลลิเคิลน้อย (+1) เป็นสีฟ้าจาง ๆ
- 8b เนื้อเยื่อโทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 10 วัน มีปฏิกิริยาของแอสิด ฟอสฟาเตส ในเซลล์-ฟอลลิเคิลมาก (+3) เป็นสีน้ำเงิน
- 8c เนื้อเยื่อโทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 7 วัน มีปฏิกิริยาของเอสเตอเรสในเซลล์ฟอลลิเคิลน้อย (+1) เป็นสีน้ำเงินเขียวจาง ๆ
- 8d เนื้อเยื่อโทรอยด์ของเอ็มบริโออายุฟัก 12 วัน มีปฏิกิริยาของเอสเตอเรสในเซลล์ฟอลลิเคิลมากที่สุด (+4) เป็นสีน้ำเงินเขียวเข้ม

กำลังขยาย 420X

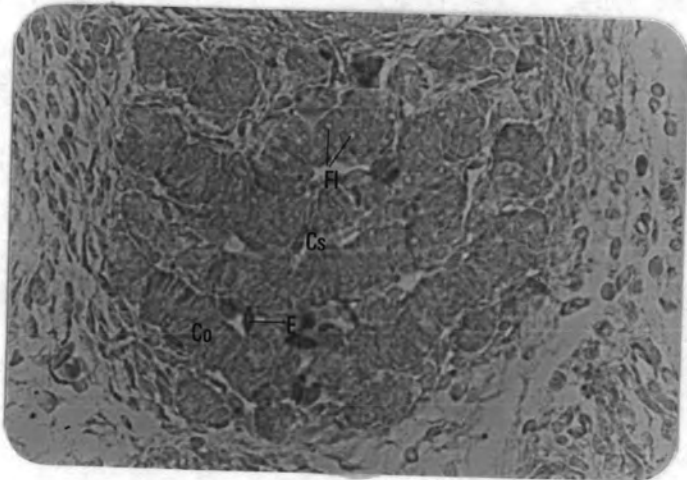
Co	=	Cord
Cs	=	Circulatory sinusoid
E	=	Erythrocyte
Fc	=	Follicle cell
Fl	=	Follicle lumen



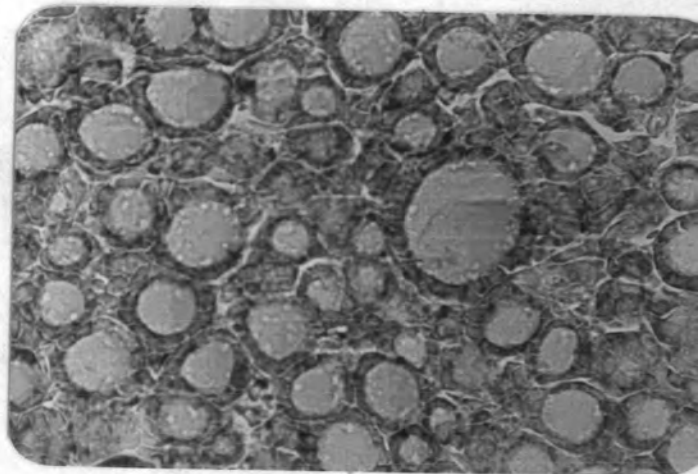
8a



8b



8c



8d

ตารางที่ 1 แสดงความเข้มของปฏิกิริยาออกปริมาณของไทโรโกลบูลิน แอลดี ฟอสฟาเตส และเอสเตอเรส

	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇		D ₈		D ₁₀		D ₁₂		D ₁₄		D ₁₆	
	T	T	T	T(Co)	Fc	Fl	Fc	Fl	Fc	Fl	Fc	Fl	Fc	Fl	Fc	Fl
Tg	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+2	+2	+2	+4	+3	+3	+4	+2	+3	+3
AcP	+1	+1	+3	+1	+1	-	+2	-	+3	-	+3	-	+3	-	+3	-
Est	-	-	+2	+1	+1	-	+2	-	+3	-	+4	-	+4	-	+4	-

D ₃ - D ₁₆	= อายุพัก 3 - 16 วัน	+4	หมายถึง	มีปฏิกิริยามากที่สุด
AcP	= Acid Phosphatase	+3	"	มีปฏิกิริยามาก
Est	= Esterase	+2	"	มีปฏิกิริยาปานกลาง
Fc	= Follicular Cell	+1	"	มีปฏิกิริยาน้อย
Fl	= Follicular lumen	-	"	ไม่มีปฏิกิริยา
T	= Thyroid			
Tg	= Thyroglobulin			

ตารางที่ 2 แสดงน้ำหนัก เปียกและน้ำหนักแห้งของ เอ็มบริโอ

วัน	น้ำหนักเปียกเฉลี่ย เป็นกรัม			น้ำหนักแห้งเฉลี่ย เป็นกรัม		
	น.น. เปียก	น.น. ที่เพิ่มขึ้น ต่อวัน	ความแปรปรวน มาตรฐาน	น.น. แห้ง	น.น. ที่เพิ่มขึ้น ต่อวัน	ความแปรปรวน มาตรฐาน
D ₁	0.0008			0.00006		
D ₂	0.0061	0.0053	0.00065	0.0004	0.00034	0.00006
D ₃	0.0277	0.0213	0.0025	0.0014	0.0010	0.0004
D ₄	0.0859	0.0585	0.0098	0.0055	0.0041	0.0006
D ₅	0.1824	0.0966	0.0134	0.0114	0.0059	0.0012
D ₆	0.3862	0.2037	0.0411	0.0268	0.0154	0.0029
D ₇	0.5518	0.1656	0.0547	0.0375	0.0107	0.0038
D ₈	0.8605	0.3087	0.0193	0.0620	0.0244	0.0037
D ₉	1.3133	0.4528	0.0429	0.1155	0.0535	0.0111
D ₁₀	1.9878	0.6745	0.0682	0.2068	0.0912	0.0134
D ₁₁	2.7878	0.8000	0.2359	0.3745	0.1676	0.0124
D ₁₂	3.7602	0.9724	0.1382	0.5604	0.1859	0.0357
D ₁₃	4.6277	0.8675	0.2805	0.7323	0.1719	0.0170
D ₁₄	5.6833	1.0556	0.1717	1.0491	0.3168	0.0523
D ₁₅	6.6375	0.9542	0.2616	1.2982	0.2491	0.1432
D ₁₆	7.6674	1.0299	0.1890	1.6143	0.3161	0.1027

การทดสอบการเพิ่มน้ำหนักของเอ็มบริโอในช่วงวันต่าง ๆ โดยใช้ t-test:

ใน D₇ และ D₆ ค่า T = 1.5744*

ใน D₁₂ และ D₁₃ ค่า T = 0.9489

ใน D₁₃ และ D₁₄ ค่า T = 1.6174*

ใน D₁₄ และ D₁₅ ค่า T = 0.9164

ใน D₁₅ และ D₁₆ ค่า T = 0.6623

t (14, 0.10) = 1.345

*เป็นค่าที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90% (p > 0.10)

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบการเจริญของต่อมไทรอยด์ของเอ็มบริโอไก่และนกกกระทา และแสดงความสัมพันธ์กับการทำงานของต่อมไทรอยด์และการเจริญของเอ็มบริโอนกกระทา

การเจริญ ของไทรอยด์	โกอายุฟก (วัน)						นกกกระทา อายุฟก (วัน)	Tg		AcP	Est	ขนาดของ ฟอลลิเคิล (ไมครอน)	น.น. เบี่ยง ที่เพิ่มขึ้น (กรัม/วัน)	ข้อสังเกต
	(8) Bradw	(85) Yoshi	(70) Sun	(34) Hopk	(39) Kraic	(66) Shain		Fc(T)	F1					
Placode	-	-	-	-	-	D ₂	D ₁							ระยะเริ่มต้นพัฒนาเซลล์
Vesicle	-	-	-	-	-	D ₃	D ₂						0.0053	
Detachment	D ₅	D ₃	-	D ₄	-	D ₄	D ₃	+1	0	+1	-		0.0215	
Bilateral division	D ₅	D ₅	-	D ₅	-	D ₅	D ₄	+1	0	+1	-		0.0581	
Lobulation	D _{6-D7}	D _{5.25}	-	-	-	D ₆	D ₅	+1	0	+3	+2		0.0967	
Cord	D ₈	D _{5.5-D₁₁}	D ₆	D _{6-D₁₁}	-	-	D ₆	+1	0	+1	+1		0.2037	ระยะพัฒนาเซลล์
Follicle	D ₁₁	D _{11.5}	D ₉	D ₁₃	D ₁₀	-	D ₇	+1	+1	+1	+1	1.72	0.1656	
Follicle	-	-	-	-	-	-	D ₈	+2	+2	+2	+2	2.59	0.3087	
	-	-	-	-	-	-	D ₉						0.4528	
Max. Coll. Endocyt.	-	-	-	D ₁₅	-	-	D ₁₀	+2	+4	+3	+3	4.84	0.6745	
	-	-	-	-	-	-	D ₁₁						0.8000	
Endocyt [↑]	-	-	-	-	-	-	D ₁₂	+3	+3	+3	+4	10.87	0.9727	
	-	-	-	-	-	-	D ₁₃						0.8675	
Max. Endocyt.	-	-	-	D ₁₇	D ₁₈	-	D ₁₄	+4	+2	+3	+4	22.10	1.0556	
	-	-	-	-	-	-	D ₁₅						0.9542	
Endocyt [↓]	-	-	-	-	-	-	D ₁₆	+3	+3	+3	+4	28.10	1.0299	

Max. = Maximum

Coll. = Colloid

Endocyt. = Endocytosis

↑ = Increase

↓ = Decrease

รูปที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของการทำงานของต่อมไทรอยด์และการเจริญของเอ็มบริโอนกกระทา

การทำงานของต่อมไทรอยด์ศึกษาทางฮิสโตเคมีจากเอ็มบริโอ 6 ตัว/รุ่น ส่วนการเจริญของเอ็มบริโอศึกษาจากน้ำหนักของเอ็มบริโอ 8 ตัว/รุ่น แสดงการเจริญแบบสะสมและแบบเพิ่มขึ้น / รุ่น

