

ลักษณะทางมหกายวิภาค จุลกายวิภาค และภาพอัลตราซาวด์ ของไตช้างเอเชีย

วิมล โพธิวงศ์^{1*} ไพวิภา กมลรัตน์² ปาวนา อุทัยโชติวรรณ¹
ปกรณ์ ประจำเมือง¹ สุมลยา กาญจนะพังคะ¹

Abstract

Wimon Pothiwong^{1*} Phiwipha Kamonrat² Pawana Uthaichotiwan¹ Pakorn Prachammuang¹
Sumolya Kanchanapangka¹

A MORPHOLOGICAL STUDY AND DIAGNOSTIC ULTRASONOGRAPHY OF ASIAN ELEPHANT KIDNEY

Kidneys from a forty year old, female, Asian elephant (*Elephas maximus*) were subjected to a gross anatomical study (measurements, dissection, parasagittal sections and photography), histological examination, and ultrasonographic images. The kidney had an elliptical to ovoid shape with a size of 32x21x12 centimeters (length, width, and thickness). It was of multilobar or multipyramidal type, composed of 8 lobes, closely placed and separated by interlobar septae, some of which were perforated by minor interruptions. Each lobe had one calyx, connected to its secondary infundibulum which converged into two primary infundibula, one each on end of the renal sinus. The 2 primary infundibula were joined at the hilus to become the ureter which tranversed caudally to the urinary bladder. A major branch of the renal artery penetrated the renal capsule and coursed along the corticomedullary junction along side to the interlobar artery that supplied blood to that particular lobe. Histologically, the renal capsule consisted of two layers; the outer a thin connective tissue layer that was densely and irregularly arranged, the inner was thick and composed of 2-3 layers of multidirectional small smooth muscle bundles. The renal cortex was easily identified by the presence of renal corpuscles. The medullary rays were noticeable and structural differences between the proximal and distal convoluted tubules were observed. The area cribosa is formed not only from the outlets of the terminal collecting ducts, but also conjoined to the tubus maximus which was at the center of the papilla. Structural differences in the epithelium of the walls of the calyx and the secondary and primary infundibula were also observed. Ultrasonographic images revealed the renal capsule, interlobar septum, calyx, and secondary infundibulum as hyperechoic lines. The renal cortex appeared more echogenic than the medulla, which appeared as a hypoechoic triangular area.

Keywords : kidney, Asian elephant, gross and microanatomy, ultrasonography

¹Department of Anatomy, ²Department of Surgery, Faculty of Veterinary Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330.

*Corresponding author

¹ภาควิชา กายวิภาคศาสตร์ ²ภาควิชา ศัลยศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

*ผู้รับผิดชอบบทความ

บทคัดย่อ

วิมล โพธิวงศ์^{1*} ไพวิภา กมลรัตน์² ภาวนา อุทัยโชติธรรม¹ ปกรณ์ ประจำเมือง¹ สุมลยา กาญจนะพังคะ¹

ลักษณะทางมหกายวิภาค จุลกายวิภาค และภาพอัลตราซาวด์ ของไตช้างเอเชีย

ชำแหละแยกไตข้างออกจากซากช้างเอเชีย (*Elephas maximus*) เพศเมีย อายุ 40 ปี นำมาชันสูตรทางมหกายวิภาค (วัดขนาด ชำแหละ ตัดผ่านชิ้นเนื้อขนานแกนลำตัว (parasagittal sectioning) และบันทึกภาพ) ทางจุลกายวิภาค (เก็บตัวอย่างผ่านกระบวนการเตรียมชิ้นเนื้อ ตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์แสงสว่าง และบันทึกภาพ) รวมทั้งตรวจด้วยวิธีอัลตราซาวด์ (ตรวจด้วยการผ่านคลื่นเสียงความถี่สูง และบันทึกภาพ)

พบว่าไตข้างมีรูปร่างยาวรี ขนาดยาว 32 ซม. กว้าง 21 ซม. และหนา 12 ซม. ลักษณะเป็นแบบมีหลายพูหรือหลายปิรามิด (multilobar หรือ multipyramidal kidney) ประกอบด้วย พูไต (lobe) 8 พู อยู่อัดกันแน่น และมีร่องคั่นๆ ปรากฏที่พื้นผิวไตภายนอกแยกแต่ละพูได้ แต่ละพูไตกั้นแบ่งด้วยผนังกันพูไต (interlobar septum) ที่บางแห่งเว้นเป็นช่องไม่ต่อเนื่องกันหลายช่อง (minor interruptions) ทำให้เนื้อไตชั้นนอกของต่างพูเชื่อมติดกัน แต่ละพูจะมี 1 calyx สวมรับน้ำปัสสาวะจาก renal papilla secondary infundibulum จะรับน้ำปัสสาวะจากหลายๆ papilla แล้ว secondary infundibula รวมกันเป็น primary infundibula 2 ส่วนรับน้ำปัสสาวะจากส่วนหัวและท้ายของไต ซึ่งทั้งสองส่วนจะรวมกันเป็นท่อไต (ureter) อยู่ที่ขั้วไต (hilus) และพบสาขาหลอดเลือดแดงจาก renal artery ที่แทงทะลุเปลือกหุ้มไตแล้วเข้าเลี้ยงเนื้อไตโดยทอดไปตาม corticomedullary junction ในบางพูเพิ่มเติมจากที่หลอดเลือดระหว่างพูไต (interlobular artery) ซึ่งเข้าเลี้ยงทุกพูไตอยู่แล้ว ทางจุลกายวิภาคพบว่า เปลือกหุ้มไต (renal capsule) ประกอบด้วย 2 ชั้น ชั้นนอกบาง เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดหนาแน่น จัดตัวไม่เป็นระเบียบ ในขณะที่ชั้นในหนากว่าประกอบขึ้นจาก 2-3 ชั้นของกลุ่มเส้นใยกล้ามเนื้อเรียบที่เรียงซ้อนกันหลายทิศทาง พบ renal corpuscles กระจายอยู่ทั่วไป บริเวณเนื้อไตชั้นนอก (renal cortex) เห็นลักษณะ medullary ray รวมทั้งพบความต่างกันของเซลล์เยื่อ proximal กับ distal tubules บริเวณระบายน้ำปัสสาวะจากเนื้อไต (area cribosa) จากแต่ละพูไตเกิดจากปลายเปิดของท่อรวมน้ำปัสสาวะ (collecting ducts) และในบาง papilla จะมีท่อขนาดใหญ่ (tubus maximus) ที่อยู่ประมาณกลาง papilla เปิดเข้าร่วมด้วย องค์ประกอบของโครงสร้างผนังท่อ calyx, secondary infundibulum และ primary infundibulum มีความแตกต่างกัน

จากการตรวจไตด้วยวิธีอัลตราซาวด์ พบว่า เปลือกหุ้มไต calyx และ secondary infundibulum ปรากฏเป็นเส้นสีขาว (hyperechoic lines) เนื้อไตชั้นในซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปสามเหลี่ยมที่มีสีเทา (hypoechoic area) ส่วนเนื้อไตชั้นนอก ปรากฏเป็นสีขาวมากกว่า (hyperechoic)

คำสำคัญ : ไต ช้างเอเชีย มหกายวิภาค จุลกายวิภาค อัลตราซาวด์

บทนำ

ไตเป็นอวัยวะที่มีหน้าที่สำคัญมากในระบบขับถ่ายปัสสาวะ ในการศึกษาทางกายวิภาคของไตในสัตว์ทั่วไป จะมีรูปร่างแตกต่างกันออกไป โดยไตมีรูปร่างคล้ายเมล็ดถั่ว (bean-shaped) และพื้นผิวเรียบ พบได้ในพวกสัตว์กินเนื้อ สัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก สุนัข และ ไตข้างซ้ายของม้า ไตมีรูปร่างคล้ายรูปหัวใจ (heart-shaped) และพื้นผิวเรียบ พบในไตข้างขวาของม้า ไตเป็นหลายพู (lobulated) พบได้ในสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดใหญ่ (Pasquini et al., 1996) สามารถแบ่งเนื้อไต

ออกได้เป็น 2 บริเวณ คือ บริเวณสีเข้มที่อยู่ทางด้านนอกเป็นเนื้อไตชั้นนอก (cortex) และบริเวณสีจางที่เหลือนอยู่ถัดเข้ามาทางด้านในเป็นเนื้อไตชั้นใน (medulla) ซึ่งมีรูปร่างคล้ายปิรามิด (renal pyramid) หลายอัน โดยฐานอยู่ชิดกับขอบในสุดของ cortex ยอดของปิรามิด (renal papilla) เปิดเข้าสู่กรวยไต (renal pelvis) ในสัตว์ทั่วไปนั้นจะพบการรวมกันของส่วน cortex และ medulla หลายลักษณะ โดยในสัตว์กินเนื้อ สัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็กและม้า ซึ่งมีไตเป็นชนิด unilobar หรือ unipyramidal type คือ ภายในพู ส่วน renal papilla จะมีการเชื่อมรวม

กันเกือบจะสมบูรณ์เป็นสันเรียก renal crest ยื่นเข้าสู่ renal pelvis ในสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดใหญ่และสุกรมีไตเป็นชนิด multilobar หรือ multipyramidal type ซึ่งจะมีส่วน minor calyces สวมแนบสนิทกับ renal papilla เพื่อส่งน้ำปัสสาวะต่อไปยัง major calyces เข้าสู่ renal pelvis (Dellmann and Brown, 1976) โดยในสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดใหญ่ ส่วนของ cortex และ medulla ในแต่ละพูไตนั้นจะแยกออกจากกันอย่างชัดเจน ไม่เชื่อมรวมกัน ในขณะที่ไตของสุกรส่วน cortex เชื่อมต่อกันอย่างสมบูรณ์ แต่ส่วน medullary papilla แยกจากกัน (Dellmann and Brown, 1976; Pasquini et al., 1996)

ช้างเอเชีย (asian elephant) เป็นสัตว์ในตระกูล Proboscidea ซึ่งจัดเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่มีความสำคัญกับวัฒนธรรมไทยมาช้านานนับวันมีน้อยลง จึงควรค่าแก่การอนุรักษ์ไว้ ด้วยเหตุผลดังกล่าวทางผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาลักษณะทางมหกายวิภาค และจุลกายวิภาคของไตช้างเอเชีย เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาช้างเอเชียในประเทศไทย Mariappa (1986) รายงานว่า ไตช้างเป็นชนิดหลายพู อยู่บน retroperitoneal fat ในตำแหน่งทางด้านหน้าของสันของกระดูกเชิงกราน และด้านล่างของกระดูกซี่โครงด้านที่ติดกับกระดูกสันหลังสามถึงสี่ซี่สุดท้าย โดยไตช้างขวามีขนาดใหญ่และอยู่สูงกว่าไตช้างซ้าย (Mariappa, 1986) Maluf (1995) ได้ทำการศึกษาลักษณะรูปร่างของไตช้างทางมหกายวิภาค จุลกายวิภาค และจุลทรรศน์อิเล็กตรอน โดยใช้เทคนิคการฉีดสารทึบแสงเข้าหลอดเลือดร่วมกับการถ่ายภาพรังสีเอกซเรย์ (pyelogram) Hildebrandt et al. (1998) ศึกษาแบบสไลด์พื้นฐัของช้างแอฟริกาเพศผู้โดยใช้วิธีอัลตราซาวด์ (ultrasonology) และ Endo et al. (2002) ศึกษาโครงสร้างของไตช้างเอเชียเพศเมียทางมหกายวิภาคและจุลกายวิภาค จากที่ผ่านมามีทั้งหมดจะเห็นได้ว่า ยังขาดข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้าง รูปร่างและลักษณะทั้งภายนอกและภายในของไตช้างเอเชียปกติในประเทศไทยที่สัมพันธ์กับภาพอัลตราซาวด์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้มาพัฒนาวิธีการตรวจวินิจฉัยความผิดปกติของไตช้างที่ยังมีชีวิตอยู่ได้ โดยไม่ต้องเสี่ยงต่อการวางยาผ่าตัด

วัสดุและวิธีการ

เก็บตัวอย่างไตช้างเอเชีย โดยชำแหละและแยกไตออกจากซากช้างเอเชีย (*Elephas maximus*) ที่เพิ่งเสียชีวิต อายุ 40 ปี เพศเมีย โดยแกะออกจากไขมันบริเวณ retroperitoneum ตัดที่

หลอดเลือดชั่วไ้ (renal vessels) และเอาไขมันที่ชั่วไ้ตออกก่อนนำมาเก็บในน้ำยาฟอรัมาลินเข้มข้น 10% เพื่อรักษาสภาพ แล้วนำมาศึกษาลักษณะโครงสร้างของไตภายนอกโดยผ่านกระบวนการทางมหกายวิภาค บันทึกขนาดและบันทึกภาพ จากนั้นทำการศึกษาไตด้วยวิธีอัลตราซาวด์โดยใช้หัวตรวจ (transducer) ชนิด microconvex phased array ขนาดความถี่ 5.0 เมกกะเฮิรตซ์ พร้อมทั้งบันทึกภาพ จากนั้นทำการชำแหละเพิ่มเติมเพื่อศึกษาถึงลักษณะโครงสร้างภายในไตช้าง ตัดไตขนานแกนลำตัว (parasagittal sectioning) ในแนวตามยาวหัวท้ายออกเป็นชิ้นๆ แต่ละชิ้นหนาประมาณ ๓ มม. และบันทึกภาพไว้ และเก็บตัวอย่างชิ้นเนื้อของไตมาผ่านกระบวนการเตรียมเนื้อเยื่อเพื่อศึกษาทางจุลกายวิภาค โดยย้อมสี Hematoxylin และ Eosin แล้วตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์แสงสว่างและบันทึกภาพ

ผล

การศึกษาไตช้างทางมหกายวิภาค พบว่า ไตช้างมีรูปร่างยาวรี ด้านท้าย (caudal end) ของไตกว้างกว่าด้านหน้า (cranial end) ด้านล่าง (ventral aspect) หนวกว่าด้านบน (dorsal aspect) ด้านนอก (lateral aspect) โค้งนูนมาก ในขณะที่ด้านใน (medial aspect) เรียบแบน และไม่สมมาตรกัน (รูปที่ 1A, 1B) บริเวณชั่วไ้ไต (renal hilum) ซึ่งมีไขมันบรรจุอยู่ จะแผ่ขยายกลมกลืนไปกับ perirenal fascia วางตัวตามแนวหัวท้าย (cranio-caudally) ของไต บนผิวด้านล่างค่อนข้างมาทางด้านใน ไตมีขนาดยาวประมาณ 32 ซม. กว้าง 21 ซม. และหนา 12 ซม. พื้นผิวนอกของไตไม่เรียบเห็นเป็นหลายพู หรือหลายปริมิต (multilobar หรือ multipyramidal kidney) มีจำนวน 8 พูอยู่อัดกันแน่น โดยพบร่องตื้นๆ ปรากฏที่พื้นผิวนอกไต แยกแต่ละพูของไตออกจากกันได้ชัดเจน (รูปที่ 1A, 1B) ซึ่งภายในแต่ละพูไตก็แบ่งออกจากกันด้วยผนังกันพูไต ที่แทรกลึกจาก cortex ลงไปถึง medulla และพบว่าบางบริเวณของ interlobar septum ที่ ไม่เป็นแผ่นต่อเนื่องกันตลอดนั้น ถูกแทรกอยู่ด้วยส่วนของเนื้อไตชั้นนอก เรียก minor interruptions (รูป ที่ 2A, 2B) ทำให้เนื้อไตส่วน cortex จากพูที่อยู่ใกล้กันติดต่อกันได้

เมื่อผ่าไตตามยาวขนานแกนลำตัว พบว่า บริเวณเนื้อไตในแต่ละพูประกอบด้วย 2 ส่วนชัดเจน (รูปที่ 3) คือ (บริเวณเนื้อไตชั้นนอก) และเนื้อไตชั้นใน ส่วน cortex จะอยู่บริเวณชั้นนอกของเนื้อไตติดกับเปลือกหุ้มไต มีสีจางกว่า ส่วน medulla เป็นส่วนเนื้อไตชั้นในที่เหลืออยู่ มีสีเข้ม รูปร่างคล้าย

ปิรามิด ที่มียอดชี้เข้าหากัน โดยฐานหรือด้านที่กว้างที่สุดจะชิดกับขอบในสุดของ cortex ส่วนยอดของปิรามิด จะอยู่บริเวณใจกลางของพูไต แต่ละพูจะมี 1 calyx สวมรับน้ำปัสสาวะจาก papilla จากนั้นส่วนของ secondary infundibulum จะรับน้ำปัสสาวะจากหลายๆ papillae แล้ว secondary infundibula รวมกันเป็น primary infundibulum ซึ่งมี 2 ท่อรับน้ำปัสสาวะจากส่วนหัวและส่วนท้ายของไต primary infundibulum รวมกันเป็นท่อไต อยู่ที่ยั้วไต ทอดยาวไปทางท้ายเฉียงเข้าด้านในของไต (รูปที่ 1A, 1B, 3) ตรงบริเวณขั้วไตถูกล้อมรอบด้วยไขมัน เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เส้นประสาท และหลอดเลือด renal artery แทะทะลุเปลือกหุ้มไต บริเวณขั้วไตเข้าเลี้ยงเนื้อไตโดยทอดไปตาม interlobar septa แล้ววิ่งเข้ามายังรอยต่อของ cortex กับ medulla เลี้ยงแต่ละพูไต เป็น interlobar artery ซึ่งจะแตกแขนงย่อยออกได้อีกภายในแต่ละพูไต (รูปที่ 2A, 2B, 3) ขอบเขตของแต่ละ lobule สามารถสังเกตได้จากแขนงของหลอดเลือด interlobular arteries ซึ่งพาดจาก corticomedullary junction เข้าไปยังส่วนของ cortex

จากการศึกษาไตข้างด้วยวิธีอัลตราซาวด์ในแนว transverse, sagittal, dorsal และ oblique planes พบส่วนของเปลือกหุ้มไตเป็นเส้นสีขาว (hyperechoic) ปกคลุมส่วนผิวนอกของแต่ละพูไต ถัดเข้ามาในเนื้อไตเป็นส่วนของ cortex ซึ่งมีสีเทาอ่อนข้างขาว (hyperechoic) อยู่โดยรอบส่วนของ medulla บริเวณของแต่ละพูไต โดยมีแถบสีขาว (hyperechoic) ของ interlobar septum แบ่งกัน cortex ของแต่ละพู ส่วนของ medulla มีสีเทา (hypoechoic) ลักษณะคล้ายรูปสามเหลี่ยมที่มีฐานชิดกับส่วนของ cortex ส่วนผนังของ calyx เป็นเส้นสีขาว (hyperechoic) ชิดกับส่วนของ papilla ตรงยอดสามเหลี่ยมของส่วน medulla แต่ละ calyx จะรวมเข้าสู่ infundibulum ซึ่งเห็นเป็นเส้นคู่สีขาว (hyperechoic) (รูปที่ 4A, 4B, 5A, 5B, 6A, 6B, 7A, 7 B)

เมื่อศึกษาทางจุลกายวิภาคพบว่า เปลือกหุ้มไตประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ชั้น ชั้นนอกบาง เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดหนาแน่น ซึ่งประกอบด้วยเส้นใยคอลลาเจน (collagen fibers) และเส้นใยอีลาสติก (elastic fibers) มากมายพันสานกันและจัดตัวอยู่อย่างไม่เป็นระเบียบในขณะที่ชั้นในหนากว่ามาก ประกอบด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อเรียบ 2-3 ชั้นเรียงทับซ้อนกันหลายทิศทาง (รูปที่ 8) ส่วนผนังกันพูไต ประกอบด้วยเส้นใยคอลลาเจนเป็นส่วนใหญ่และมีเซลล์กล้ามเนื้อเรียบแทรกปนอยู่บ้าง (รูปที่ 9)

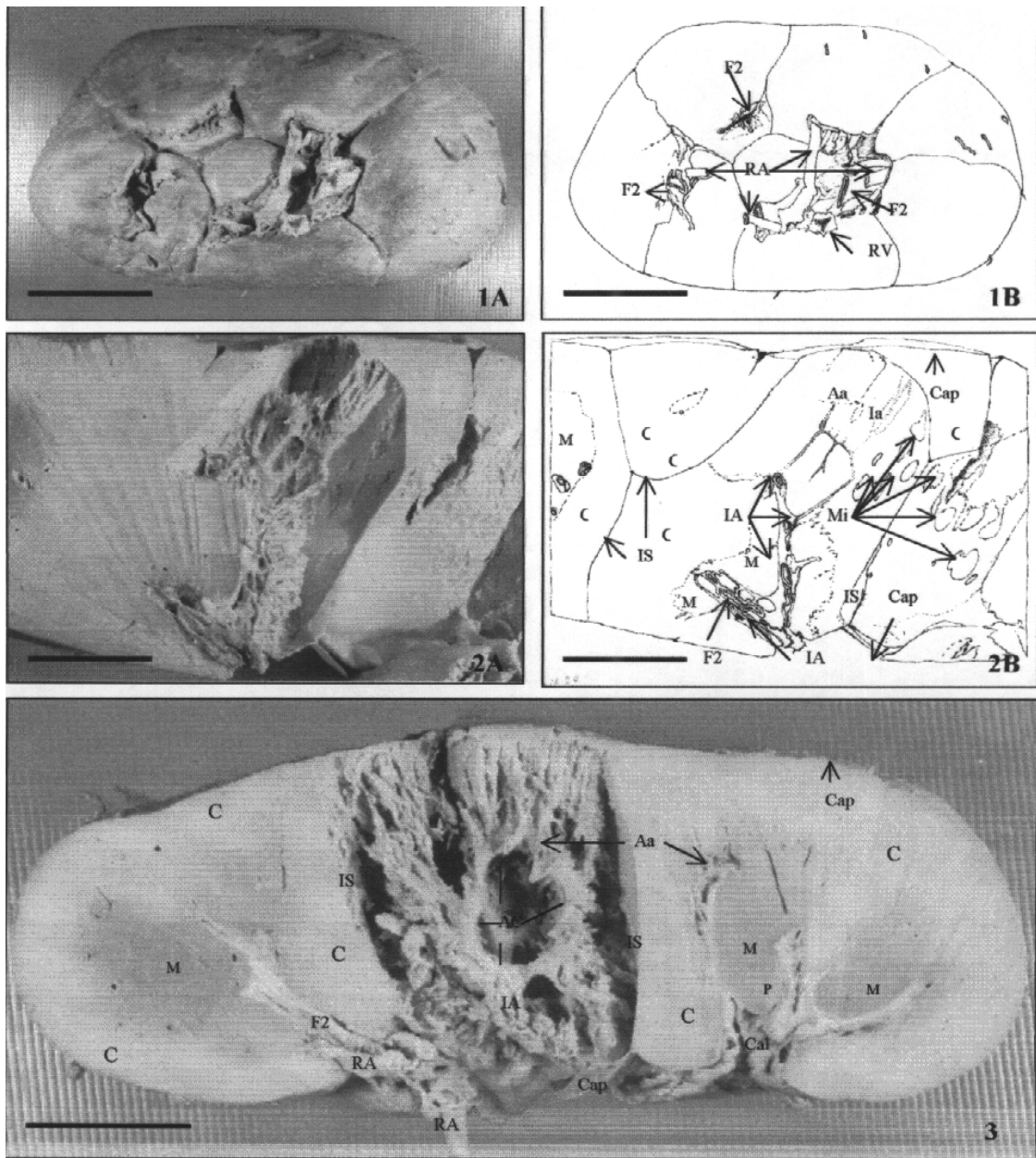
ส่วน cortex จะถูกแทรกเป็นช่วงๆ ด้วย medullary ray

ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อส่วน medulla ที่ย้อมติดสีจางยื่นเข้าไป พบ thick segment ของ tubule, collecting duct ที่แตกแขนงร่วมกับ descending limbs และ ascending limbs ของ thin segment (nephron loop) ส่วนของ cortex ที่อยู่รอบแต่ละ medullary ray คือ cortical labyrinth ซึ่งภายในจะพบกระจุกของขดหลอดเลือดฝอย (glomerulus) กระจายอยู่มากมาย และพบ macula densa เป็น simple columnar epithelium ที่บริเวณ juxtaglomerulus complex (รูปที่ 10, 11) นอกจากนี้ยังมีท่อ (tubules) ที่มีความแตกต่างกันของเยื่อ proximal และ distal tubules ชัดเจน คือ ส่วนเยื่อของ proximal tubules ติดสี acidophilic เข้มกว่า distal tubules (รูปที่ 11) และพบการแตกแขนงของ perforating artery เข้าสู่ cortical labyrinth ส่วน medulla ประกอบด้วยท่อมามากมาย พบท่อ collecting duct ปะปนกับ nephron loop และหลอดเลือดขนาดเล็ก คือ vasa recta มากมาย (รูปที่ 12) บริเวณตรงกลาง renal papilla มีท่อนขนาดใหญ่ (tubus maximus) รวบรวมปัสสาวะจากทั้ง papillary duct และ collecting duct ก่อนเปิดออกสู่บริเวณ area cribosa ซึ่งอยู่ในแอ่งของ calyx (รูปที่ 13, 14)

เยื่อของ papillary duct, tubus maximus, ผิวนอกของ renal papilla และ calyx เป็นแบบ transitional epithelium แต่ calyx ยังประกอบด้วยกลุ่มของกล้ามเนื้อเรียบชั้นเดียวกระจายตัวอย่างหลวมๆ ได้เยื่อนอกด้วย (รูปที่ 15) ส่วนเยื่อของ secondary infundibulum ซึ่งมีผนังหนาและรับน้ำปัสสาวะจาก calyx หรือ calices นั้น จะค่อนข้างเรียบ บุด้วย transitional epithelium และ tunica muscularis ประกอบด้วยกล้ามเนื้อเรียบ 2 ชั้น (รูปที่ 16) primary infundibulum ซึ่งรับน้ำปัสสาวะต่อจาก secondary infundibula ในแนวหัวท้ายของไต ผนังไม่เรียบ ยกเป็นสันนูนตามยาว บุด้วย transitional epithelium และ tunica muscularis มีชั้นกล้ามเนื้อเรียบ 3 ชั้น (รูปที่ 17)

วิจารณ์

จากการศึกษาค้นคว้า พบว่า ไตข้างเอเซียอยู่บน retroperitoneal fat มีผิวไม่เรียบรูปร่างคล้ายไข่ ถูกแบ่งเป็นหลายพู (Miall and greenwood, 1879; Forbes, 1879; Paterson, 1898) จึงจัดเป็นชนิด multilobar หรือ multipyramidal type เช่นเดียวกับสุกร และสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดใหญ่ (Dellmann and Brown, 1976) โดยไตข้างมีลักษณะคล้ายกับไตสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดใหญ่ตรงที่พื้นผิวนอกของไตไม่เรียบ สามารถสังเกตเห็นร่องแบ่งแต่ละพูของไตออกจากกันได้อย่างชัดเจน ซึ่งแตกต่างจากไตของสุกรที่มีพื้นผิวนอกเรียบ ทำให้ไม่



รูปที่ 1 A แสดงพื้นผิวด้านล่างของไตข้างซ้าย (ventral view), Bar = 8 cm

รูปที่ 1 B Diagram ประกอบรูปที่ 1A, Bar = 8 cm

รูปที่ 2 A แสดงโครงสร้างภายในไต (renal lobe) เมื่อผ่าตามแนวหัวท้าย (parasagittal section) และชำแหละส่วน cortex และ medulla ออกบางส่วน, Bar = 4 cm

รูปที่ 2 B Diagram ประกอบรูปที่ 2A, Bar = 4 cm

รูปที่ 3 แสดงโครงสร้างภายในไต (renal lobe) เมื่อผ่าตามแนวหัวท้าย (parasagittal section) โดยผ่าตรงกลางนั้นได้ ทำการชำแหละเอาเนื้อไต (parenchyma) ส่วน cortex และ medulla ออกบางส่วน, Bar = 4 cm

Aa คือ arcuate artery

AC คือ area cribosa

Cal คือ calyx

Cap คือ renal capsule

C คือ cortex

F คือ primary infundibulum

F₂ คือ secondary infundibulum

IA คือ interlobar artery

Ia คือ interlobular artery

IS คือ interlobar septum

M คือ medulla

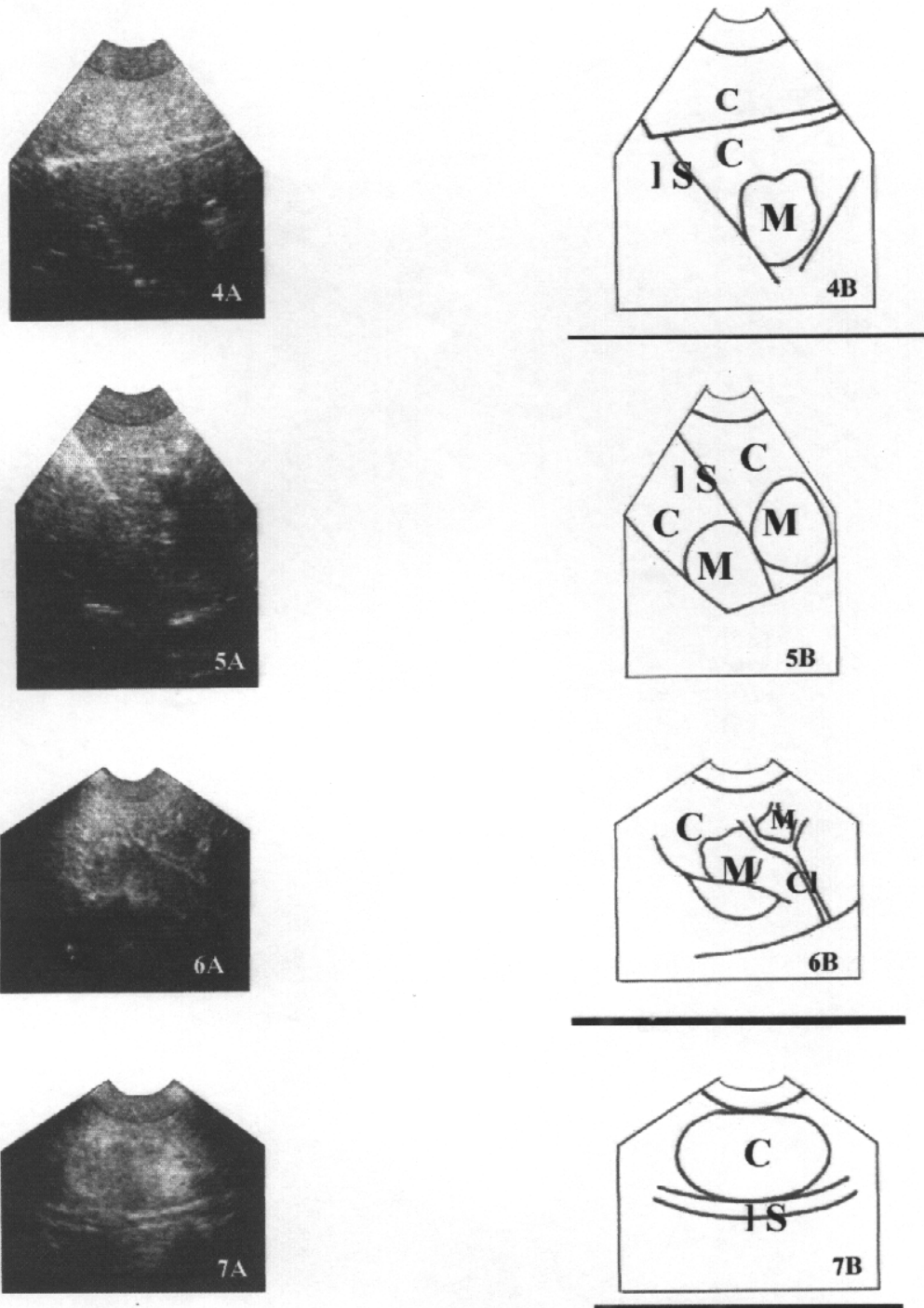
Mi คือ minor interruption

P คือ renal papilla

RA คือ renal artery

RV คือ renal vein

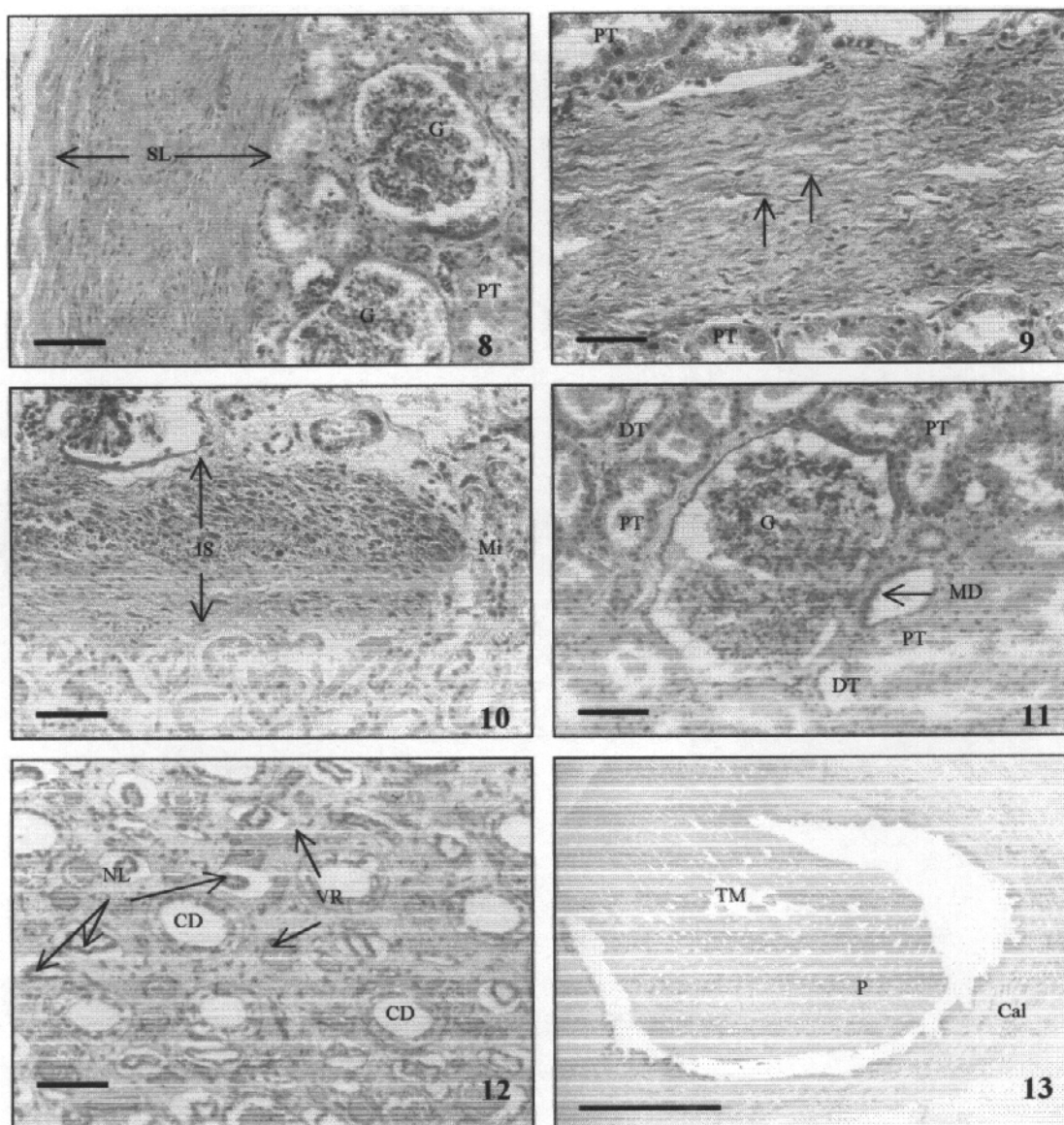
* คือ interlobar septum



รูปที่ 4A-7B ภาพอัลตราซาวด์ (A) พร้อมรูปลายเส้น (B) แสดงถึงเนื้อไตในแนวตามขวาง (4A และ 4B) และตามยาว (5A และ 5B) calyx ในแนวตามยาว (6A และ 6B) และ secondary infundibulum ในแนวตามยาว (7A และ 7B)

C คือ renal cortex
M คือ renal medulla

Cl คือ calyx
IS คือ interlobar septum



รูปที่ 8 แสดง renal capsule และ cortex, Bar = 20 um

รูปที่ 9 แสดงส่วนของ interlobar septum ที่ประกอบด้วย nucleus ของ smooth muscle cell (ตามลูกศรชี้), Bar = 40 um

รูปที่ 10 แสดงส่วนของ interlobar septum และ minor interruption, Bar = 20 um

รูปที่ 11 แสดงส่วนของ renal cortex, Bar = 20 um

รูปที่ 12 แสดงส่วนของ renal medulla, Bar = 20 um

รูปที่ 13 แสดงส่วนของ medulla, renal papilla, tubus maximus และ calyx, Bar = 2 mm

Cal คือ calyx

CD คือ collecting duct

G คือ glomerulus

PT, DT คือ proximal, distal convoluted tubule

IS คือ interlobar septum

Mi คือ minor interruption

MD คือ macula densa

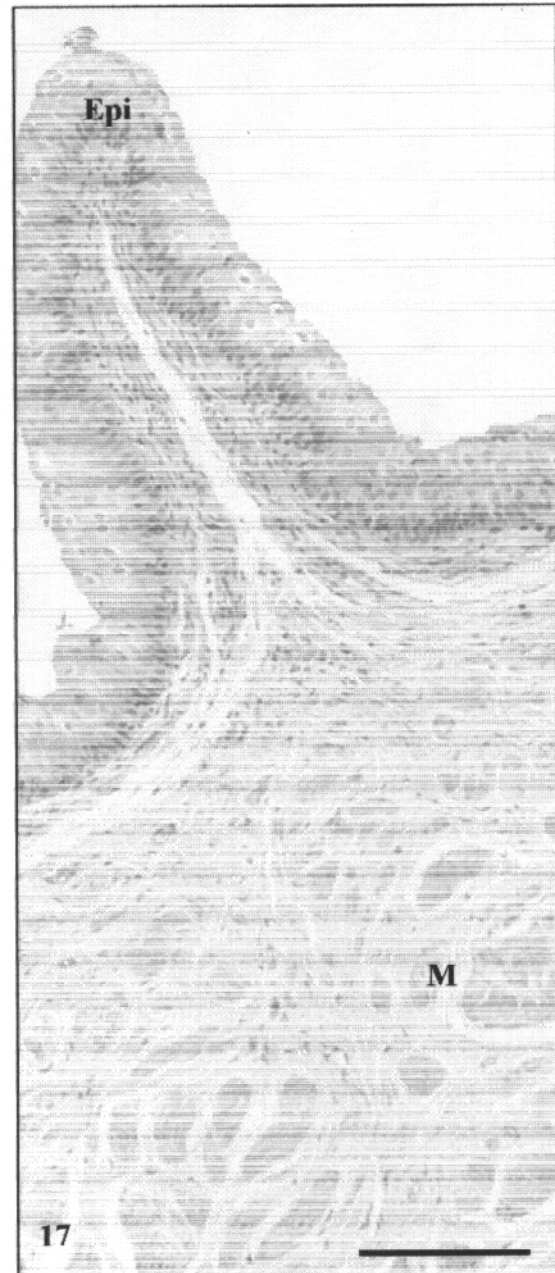
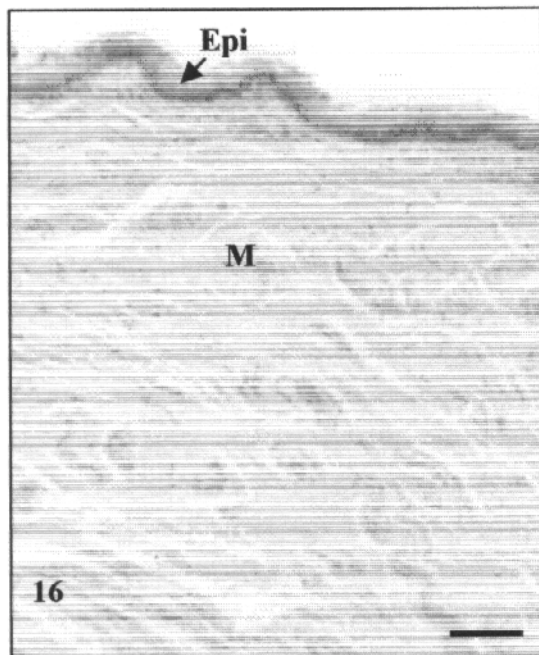
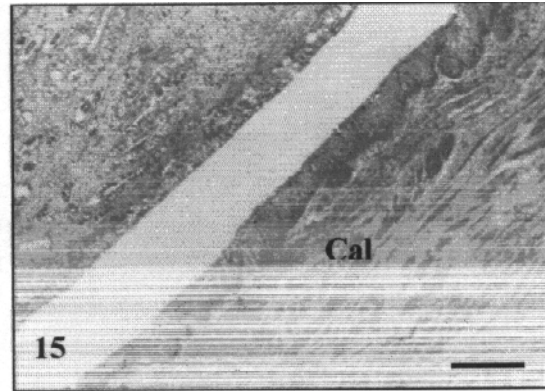
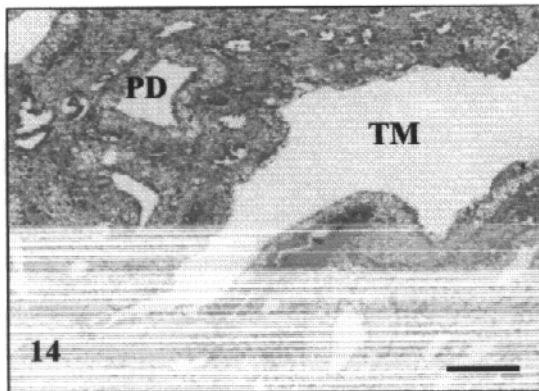
NL คือ nephron loop

P คือ renal papilla

TM คือ tubus maximus

SL คือ inner layer ของ renal capsule เป็น smooth muscle layer

VR คือ vasa recta



รูปที่ 14 แสดงส่วนของ renal papilla ที่มี tubus maximus (TM), papillary ducts (PD), Bar = 400 um

รูปที่ 15 แสดงส่วนของ calyx (Cal), Bar = 400 um

รูปที่ 16 ภาพตัดขวางของ secondary infundibulum มีเยื่อชั้นข้างเรียบแบบ transitional epithelium (Epi) และกล้ามเนื้อเรียบ (M) 2 ชั้น, Bar = 400 um

รูปที่ 17 ภาพตัดขวางส่วนของ primary infundibulum มีผนังเป็นสัณฐานยักด้วย transitional epithelium (Epi) และกล้ามเนื้อเรียบ (M) 3 ชั้น, Bar = 200 um

สามารถแบ่งแต่ละพูได้ออกจากกันได้ถ้าสังเกตจากภายนอก (Dellmann and Brown, 1976)

ในแต่ละพูไตจะแยกออกจากกันด้วย interlobar septum อย่างชัดเจน เช่นเดียวกับไตสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดใหญ่ ยกเว้นตรงบริเวณ minor interruption ซึ่งเป็นส่วนที่ไม่ต่อเนื่องของ interlobar septum นั้น จะพบส่วนของเนื้อไตส่วน cortex ประปนกันระหว่างพูไตได้ และแตกต่างจากไตสุกรตรงที่ไตสุกรมีส่วน cortex เชื่อมต่อกันอย่างสมบูรณ์ ในขณะที่ส่วน papilla ของ medulla แยกจากกัน (Dellmann and Brown, 1976) ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้ จะเห็นได้ว่าไตช้างนั้นมีลักษณะก้ำกึ่งระหว่างไตสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดใหญ่ และสุกร โดยมีลักษณะรูปร่างภายนอกของไตที่มีหลายพูชัดเจนคล้ายคลึงสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดใหญ่ และส่วน renal papillae ของไตช้างจะถูกสวมรอบด้วย calyx เช่นเดียวกับในสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดใหญ่ แต่จะแตกต่างกันตรงที่ในไตช้างส่วนตรงกลางของ renal papilla มีท่อที่เรียกว่า tubus maximus อยู่เพื่อรวบรวมน้ำปัสสาวะจาก collecting duct, papillary duct ก่อนเปิดออกสู่ area cribosa ก่อนสวมรับด้วยส่วนของ calyx

เยื่อของ papillary duct, ผิวนอกของ renal papilla, tubus maximus และ calyx เป็นแบบ transitional epithelium เช่นเดียวกัน แต่ที่ calyx จะพบชั้นกล้ามเนื้อเรียบกระจายตัวหลวมๆ อยู่ 1 ชั้นได้เยื่อ primary และ secondary infundibulum มีเยื่อเป็นแบบ transitional epithelium เช่นเดียวกัน แต่ secondary infundibulum มีผนังค่อนข้างเรียบและมีชั้นกล้ามเนื้อ 2 ชั้น ส่วน primary infundibulum มีผนังไม่เรียบ ยกเป็นสันนูนตามยาวและมีชั้นกล้ามเนื้อ 3 ชั้น ในสุกรส่วน minor calices จะแนบพอดีกับยอดของ papilla แต่ละอันและส่วน major calices เชื่อมกับ renal pelvis แต่ในไตวัวส่วน major calices ต่อโดยตรงกับท่อไตและไม่มี renal pelvis (Dellmann and Brown, 1976)

ตรงขั้วไต จะพบเส้นเลือดที่เลี้ยงไต คือ renal artery กับท่อไต เช่นเดียวกับในสัตว์ทั่วไป หลอดเลือด renal artery ให้แขนง interlobar artery เข้าไปเลี้ยงแต่ละพูไต วังคู่กับ secondary infundibulum (Miall and Greenwood, 1879; Paterson, 1898; Sculte, 1937; Sikes, 1971; Mariappa, 1986)

เปลือกหุ้มไตของช้าง ประกอบด้วย ชั้นนอกเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดหนาแน่นด้วยเส้นใยคอลลาเจน และเส้นใยอีลาสติก พันสานกันอยู่ และชั้นในเป็นชั้นกล้ามเนื้อเรียบ 2-3 ชั้น เมื่อเปรียบเทียบกับไตสุกรและโคจะคล้ายคลึงกัน ต่าง

กันตรงที่ชั้นนอกของเปลือกหุ้มไตซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดหนาแน่นนั้นมีความหนาแน่นน้อยกว่าในไตสุกรมาก นอกจากนี้บริเวณชั้นนอกของเปลือกหุ้มไตสุกรมีเส้นใยกล้ามเนื้อเรียบแทรกกระจายกันอยู่ ส่วนในโคจะมีชั้นกล้ามเนื้อเรียบแยกเห็นชัดเจน (Dellmann and Brown, 1976)

เมื่อแปลผลภาพอัลตราซาวด์ของไตช้างสามารถวิเคราะห์แยกชั้น cortex และ medulla ได้ โดยโครงสร้างลักษณะของเนื้อไตสอดคล้องกับโครงสร้างที่ปรากฏจากวิธีทางมหกายวิภาค และจุลกายวิภาค ความขาวดำของภาพที่ได้ชี้ให้เห็นถึงโครงสร้างภายในของไต คือ ส่วนของเปลือกหุ้มไต ผนังกันพูไต ท่อไต ปรากฏเป็นเส้นสีขาว เนื่องจากเนื้อเยื่อส่วนใหญ่เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และพบความแตกต่างชัดเจนระหว่างส่วน cortex และ medulla โดยเนื้อไตส่วน cortex ปรากฏเป็นสีค่อนข้างขาวมากกว่าส่วน medulla เช่นเดียวกับที่พบในม้า (Kiper et. al., 1990) และในสุนัขที่มีชีวิตอยู่ (Nyland et al., 2002) อาจเนื่องมาจากส่วนของ cortex มีความหนาแน่นของกระดูกขดหลอดเลือดฝอยและท่อภายในไตที่มีมากกว่าในส่วน medulla ดังนั้นเทคนิคอัลตราซาวด์นี้จึงน่าจะนำไปใช้ในการศึกษาสังเกตโครงสร้างของไตได้ พร้อมทั้งสามารถนำเทคนิคนี้ไปดัดแปลงใช้กับช้างที่ยังมีชีวิตอยู่ได้ เพื่อประโยชน์ในการวินิจฉัยโรคไตด้วยอัลตราซาวด์ได้อย่างทันท่วงที โดยดูจากความแตกต่างของความขาวดำของภาพที่ได้ และอาจศึกษาโดยการสอดหัวตรวจเข้าทางทวารหนักของช้างที่มีชีวิตได้ (Balke et. al., 1988; Hildebrandt et al., 1998)

เอกสารอ้างอิง

- Balke, J. M. E., Barker, I. K., Hackenberger, M. K., McManamon, R. and Boever, W. J. 1988^a. Reproductive anatomy of three nulliparous Asian elephants: the development of artificial breeding techniques. Zoo Biol. 7(2): 99-113.
- Balke, J. M. E., Boever, W. J., Eilersiock, M. R., Seal, U. S. and Smith, D. A. 1988^b. Anatomy of the reproductive tract of the female African elephant (*Loxodonta africana*) with reference to development of techniques for artificial breeding. J Reprod Fertil. 84: 485-492.

- Dellmann, H. D. and Brown, E. M. 1976. Textbook of Veterinary Histology. Philadelphia, Lea & Febriger. 267-282.
- Endo, H., Akihisa, N., Sasaki, M., Yamamoto, M. and Arishima, K. 2002. The Renal Structure in an Asian Elephant (*Elephas maximus*). Anatomia, Histologia, Embryologia 31 (5), 269-272.
- Forbes, W. A. 1879. On the anatomy of the african elephant (*Elephas africanus*. Blum). Proc Zool Soc Lond. 420-435.
- Hildebrandt, T. B., Goritz, F., Pratt, N. C., Schmitt, D. L., Quandt, S., Raath, J., and Hofmann, R. R., 1998. Reproductive assessment of male elephants (*Loxodonta africana* and *Elaphus maximus*) by ultrasonography. J. Zoo Wildlife Med. 29(2): 114-128.
- Kiper, M. L., Traub-Dargatz, J .L. and Wrigley, R. H. 1990. Renal ultrasonography in horses. Compend. Cont. Educ. Pract. Vet. 12(7): 993-999.
- Maluf, N. S. R. 1995. Kidney of Elephants. Anat. Rec. 242: 491-514
- Mariappa, D. 1986. Anatomy and histology of the Indian elephant. Michigan, Indira Publishing House. 111-115.
- Miall, L. C. and Greenwood, F. 1879. The anatomy of the Indian elephant. Part III. J. Anat. Physiol. 13: 17-50.
- Nyland, T. G., Mattoon, J. S., Herrgesell, E. J. and Wisner, E. R. 2002. Urinary Tract. In: Small Animal Diagnostic Ultrasound, 2nded. T. G. Nyland and J. S. Mattoon (eds.) Philadelphia: W. B. Saunders Company. 158-195.
- Pasquini, C., Spurgeon T. and Pasquini, S. 1996. Anatomy of Domestic Animals. SUDZ publishing, USA. 328-338.
- Paterson, A. M. 1898. The genito-urinary organs of the female Indian elephant. J. Anat. Physiol. 12: 582-604.
- Schulte, T. L. 1937. The genito-urinary system of the *Elephas indicus* male. Am. J. Anat. 61: 131-157.
- Sikes, S. K. 1971. The natural history of the African elephant. New York, American Elsevier Pub. Comp. Inc.