รายงานกรณีตัวอย่าง ลักษณะทางมหกายวิภาคของหัวใจ ลูกช้างเอเชีย (*Elephas maximus*) แรกเกิด

ปุณณรัตน์ วิบูลย์จันทร์* วุฒิชัย กลมเกลียว และพรหมพร รักษาเสรี

ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330
*ผู้รับผิดชอบบทความ โทรศัพท์ 02-2189699 โทรสาร 02-2189657 E-mail: punnarat.v@chula.ac.th

บทคัดย่อ

ช้าง (*Elephas maximus*) เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ มีความฉลาดสามารถฝึกหัดช่วยงานของมนุษย์ได้ ช้างในประเทศไทยมีจำนวนลดลงเรื่อยๆ และอาจสูญพันธุ์ในอนาคต การศึกษาข้อมูลพื้นฐานทางกายวิภาคจึงเป็นส่วนสำคัญต่อการศึกษาวิจัยต่อไป หัวใจของลูกช้างเพศเมียนี้ ถูกศึกษาทางมหกายวิภาคอย่างละเอียด และพบว่ามีลักษณะค่อนข้างกลม เป็น bifid apex เส้นเลือดหลักที่เลี้ยง หัวใจ คือ left coronary artery โดยให้ left circumflex branch และ paraconal interventricular branch ซึ่ง paraconal interventricular branch จะให้แขนง right circumflex branch ซึ่งเป็นลักษณะเด่นที่ไม่เหมือนกับสัตว์อื่น มีเส้นเลือด cranial vena cava 2 เส้น โดยมาจากข้างซ้ายและขวา และมี valve อยู่ภายใน พบว่า coronary sinus เปิดเข้าสู่ left cranial vena cava ก่อนเปิดเข้า right atrium ส่วน caudal vena cava มี 1 เส้น ที่ผนังกั้นหัวใจห้องบนยังคงพบ foramen ovale อยู่ภายในหัวใจห้องล่างไม่พบ trabecula septomarginalis พบ papillary muscle ขนาดเล็ก มี chordae tendineae ยึดไปยัง atrioventricular valves และพบ trabeculae carneae, atrioventricular valves, pulmonary valves, aortic valves เช่นเดียวกับ สัตว์ชนิดอื่น พบเส้นเลือด ductus arteriosus เชื่อมระหว่าง pulmonary trunk กับ aortic arch

คำสำคัญ : ช้าง, หัวใจ, cranial vena cava, left coronary artery

ช้างเอเชีย (Asian elephant) เป็นสัตว์ในตระกูล Proboscidea มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Elephas maximus* ปัจจุบันจำนวนประชากรของช้างในประเทศไทยมีจำนวนลดลง จากการรายงานจำนวนประชากรช้างในประเทศไทยล่าสุดในปี พ.ศ. 2542 โดยกองทุนสัตว์ป่าโลกประเทศไทย (WWF-Thailand) พบว่ามีประชากรช้างเลี้ยงจำนวน 2,910 เชือก ส่วนกระทรวงเกษตรและสหกรณ์รายงานว่ามี 2,568 เชือก และกระทรวงมหาดไทยรายงานว่ามี 2,745 เชือก (ทวีโภค และฉัตรโชติ, 2549) สมควรที่ จะต้องมีการอนุรักษ์ช้าง ควบคู่กับการศึกษาข้อมูลพื้นฐานต่างๆ ของช้างเพื่อประโยชน์ในการรักษา และเลี้ยงดูช้างต่อไป ช้างเป็นสัตว์ที่มีขนาดใหญ่ การสูบฉีดโลหิตไปเลี้ยงส่วนต่างๆของร่างกาย ต้องอาศัยหัวใจที่เป็นอวัยวะที่สำคัญในระบบหมุนเวียนโลหิต แต่ข้อมูลการศึกษาหัวใจของช้างยังมีอยู่น้อย มีรายงานว่าหัวใจช้างหนักประมาณ 12-21 กิโลกรัมขึ้นอยู่กับขนาดตัว ซึ่งคิดเป็น 0.5% ของน้ำหนักตัว โดยประมาณ (Shoshani, 1992) มีอัตราการเต้นของหัวใจขณะยืน 28 ครั้งต่อนาที และขณะนอน 35 ครั้งต่อนาที (Benedict, 1936) จากข้อมูลเบื้องต้นทำให้กลุ่มผู้วิจัยต้องการทราบข้อมูลทางกายวิภาคของหัวใจอย่างละเอียดเพิ่มขึ้น เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานอันจะเป็นประโยชน์ในการเรียนและงานวิจัยต่อไป

ลูกช้างเพศเมียตายแรกคลอดจำนวน 1 ตัว ถูกส่งมาที่ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทำการเก็บหัวใจโดยการผ่าเปิดช่องอก และตัดเส้นเลือดที่เข้าและออกจากหัวใจที่ติดต่อกับโครงสร้างอื่น แล้วนำมาเก็บรักษาในฟอร์มาลินความเข้มข้น 10 % เพื่อรักษาสภาพ ทำการศึกษาลักษณะทางมหกายวิภาคอย่างละเอียดโดยการชั่งน้ำหนัก วัดความกว้าง ความยาว ความหนาในมิติต่างๆ ชำแหละดูโครงสร้างต่างๆ ภายใน ถ่ายภาพและบันทึกผล

หัวใจของลูกช้างหนัก 1,090 กรัม อยู่ในถุงหุ้มหัวใจ (pericardium) ซึ่งเป็นถุงเหนียวใส รูปร่างของหัวใจค่อนข้างกลม มีลักษณะ 2 ยอด (bifid apex) โดยที่ยอดทางซ้ายจะอยู่ต่ำกว่าทางขวา 1 เซนติเมตร การวางตัวของหัวใจจากฐานไปยังยอดหัวใจขณะอยู่ในช่องอกอยู่ในแนว dorsoventrally การวางตัวดังกล่าวพบว่า ทางด้านซ้ายของหัวใจจะตรงกับบริเวณ auricular surface และทางด้านขวาจะหมายถึงบริเวณ atrial surface หัวใจแบ่งออกเป็น 4 ห้อง ได้แก่ ห้องล่างซ้าย (left ventricle) ห้องล่างขวา (right ventricle) ห้องบนซ้าย (left atrium) และห้องบนขวา (right atrium) วัดเส้นรอบวงที่ตำแหน่งของร่องที่กั้นหัวใจห้องบนและห้องล่าง (coronary groove) ได้ 36.5 เซนติเมตร และพบ interventricular groove กั้นระหว่างหัวใจห้องล่างทั้งสองห้อง พบเส้นเลือด aorta 1 เส้นออกจากหัวใจห้องล่างซ้าย และ pulmonary trunk 1 เส้นจาก conus arteriosus ของหัวใจห้องล่างขวา (รูปที่ 1 และ 2) มีเส้นเลือดที่นำเลือดดำจากลำตัวส่วนหน้ากลับเข้าหัวใจคือ cranial vena cava 2 เส้นจากข้างซ้ายและขวาและรับเลือดดำกลับจากส่วนท้ายของลำตัวผ่าน caudal vena cava 1 เส้น การที่มี cranial vena cava จากข้างซ้ายและขวานี้เป็นลักษณะที่พิเศษกว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมชนิดอื่น เช่น สุนัข สุกร สัตว์เคี้ยวเอื้อง ม้า (Nickel *et al.*, 1981) และวาฬเพชฌฆาตแคระ (วุฒิชัย และคณะ, 2548) ที่มีเพียงเส้นเดียว หัวใจห้องบนทั้งสองข้างมี auricle ขนาดเล็ก ขอบมน ผิวเรียบ โดยที่ขอบของ right auricle สิ้นสุดที่กึ่งกลางโคนของ ascending aorta มี pulmonary veins จากปอดเปิดเข้าสู่ห้องบนซ้ายเช่นเดียวกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมทั่วไป (Dyce *et al.*, 1996)

ทางด้านซ้ายของหัวใจ พบว่ามี subepicardial fat ปริมาณมากอยู่ใน coronary groove และระหว่าง pulmonary trunk กับ auricle ของหัวใจห้องบนซ้าย สามารถเห็น pulmonary trunk และ aortic arch ได้ชัดเจน ภายใต้ subepicardial fat จะพบเส้นเลือด left coronary artery ซึ่งเป็นเส้นเลือดหลักที่เลี้ยงหัวใจ ห้องบนซ้ายและหัวใจห้องล่าง เส้นเลือดนี้ออกจากจุดเริ่มต้นของ ascending aorta พาดลงมาทางด้านหน้า ระหว่าง pulmonary trunk และ auricle ของหัวใจห้องบนซ้ายก่อนจะแยกออกเป็นสองแขนง เช่นเดียวกับ ที่พบในแกะ แพะ วัว และม้า (Nickel *et al.*, 1981) แขนงแรกคือ left circumflex branch วางตัวอยู่ใน coronary groove วนไปด้านซ้ายของหัวใจและอ้อมไปด้านหลังและแทงเข้าไปใน กล้ามเนื้อหัวใจ อีกแขนงหนึ่งคือ paraconal interventricular branch อยู่ใน paraconal interventricular groove ซึ่งเทียบได้กับ anterior interventricular artery ในมนุษย์ (Agur and Lee, 1999) โดยเส้นเลือดแดงนี้จะยาว 12.5 เซนติเมตรแล้วสิ้นสุดโดยแทงเข้า interventricular septum ก่อนจะถึงร่องระหว่างสองยอด ไม่พบ right coronary artery ที่ออกจาก ascending aorta แต่ที่ส่วนต้นของแขนง paraconal interventricular branch จะให้แขนง right circumflex branch เป็นเส้นเลือดหลักที่เลี้ยงหัวใจห้องบนขวาและหัวใจห้องล่าง (รูปที่ 1) เส้นเลือดนี้วางตัวใน coronary groove ไปทางด้านหน้าและวนอ้อมไปทางด้านขวาของหัวใจยาว 21.5 เซนติเมตร จนถึง subsinuosal interventricular groove จึงวกเข้าไปในร่องดังกล่าวกลายเป็น subsinuosal interventricular branch ยาว 2.5 เซนติเมตร และแทงเข้า interventricular septum (รูปที่ 2) โดยปกติแล้วหัวใจของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจะถูกเลี้ยงโดย left และ right coronary artery ซึ่งถ้า left coronary artery เป็นเส้นเลือดหลักที่ให้แขนงทั้ง paraconal และ subsinuosal interventricular branch จะเรียกลักษณะนี้ว่า left coronary type เช่นเดียวกับสุนัขและสัตว์เคี้ยงเอื้อง (Nickel *et al.*, 1981) แต่ถ้า left coronary artery ให้แต่แขนง paraconal interventricular branch ส่วน right coronary artery ให้แขนง subsinuosal interventricular branch เพื่อเลี้ยงหัวใจด้านขวาแล้วเราจะเรียกลักษณะการแตกแขนงของ coronary artery แบบนี้ว่า bilateral coronary type เช่นเดียวกับในม้า (Nickel *et al.*, 1981) สุกร (Weaver *et al.*, 1986) อูฐ (Ghazi และ Tadjalli, 1993) และนกกระจอกเทศ (Bezuidenhout, 1984) อย่างไรก็ตามหัวใจลูกช้างที่ศึกษามีการแตกแขนงของ coronary artery ที่ไม่เข้ากับทั้ง 2 แบบกล่าวคือไม่มี right coronary artery เช่นเดียวกับรายงานของ Mariappa (1986) ที่ได้ทำการศึกษาในช้างอินเดีย แต่หัวใจลูกช้างตัวนี้ได้แขนงจาก paraconal interventricular artery คือ right circumflex branch และให้แขนง subsinuosal interventricular branch ในที่สุด ดังนั้นอาจจัดลักษณะการแตกแขนงของ coronary artery เป็นแบบผสมผสานของทั้งสองแบบอย่างไรก็ตามการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเพียง 1 ตัวอย่าง จึงควรมีการศึกษารวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมมากขึ้นเพื่อยืนยันว่าเป็นลักษณะที่ปกติหรือไม่ของเส้นเลือดหัวใจช้าง

ผนังกั้นหัวใจห้องล่าง (interventricular septum) ได้รับเลือดจาก septal branch ที่แตกเป็นแขนงย่อยๆ จาก paraconal interventricular และ subsinuosal interventricular branches เช่นเดียวกับในบีเวอร์ (Bisaillon, 1981) ม้าแคระ (Rawlings, 1977) และอูฐ (Taha และ Abel-Maied, 1996) ซึ่งแตกต่างจากผลการศึกษาของ Sans-Coma และคณะ (1993) ในแฮมสเตอร์ ที่พบว่าเส้นเลือด

ที่เลี้ยงผนังกั้นดังกล่าวมาจากแขนงของ left และ right coronary artery

Ascending aorta มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 1.1 เซนติเมตร และผนังหนา 1.1 เซนติเมตร ออกจากหัวใจห้องล่างซ้ายทอดตัวโค้งเป็น aortic arch แตกแขนงให้ 2 แขนง คือ หลอดเลือด brachiocephalic trunk ถัดไปเป็น left subclavian artery จากนั้นเปลี่ยนเป็น descending aorta พบเส้นเลือด ductus arteriosus ความยาว 2.2 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.7 เซนติเมตร และหนา 0.2 เซนติเมตร เชื่อมระหว่าง pulmonary trunk กับ aortic arch เช่นเดียวกับสุนัข (Evans, 1979) แต่แตกต่างจาก Mariappa (1986) ที่พบว่ามีการเชื่อมจาก left pulmonary artery ไปยัง aortic arch เป็นไปได้ว่า การที่ ductus arteriosus ยังไม่ตีบตันลงเป็น ligamentum arteriosum เพราะเป็นลูกช้างเพิ่งคลอด ซึ่งเมื่อโตขึ้นหลอดเลือดนี้อาจจะกลายเป็น ligamentum arteriosum ได้ เส้นเลือด pulmonary trunk มีจุดกำเนิดจาก conus arteriosus ของหัวใจห้องล่างขวา มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 2.5 เซนติเมตร หนา 0.8 เซนติเมตร ยาว 12 เซนติเมตร แล้วแยกออกเป็น right และ left pulmonary artery นำเลือดไปที่ปอดข้างขวาและซ้ายตามลำดับเพื่อแลกเปลี่ยนออกซิเจน หลังจากนั้นเลือดจะไหลจากปอดกลับเข้าหัวใจผ่านทาง pulmonary veins เข้าหัวใจห้องบนขวา

เส้นเลือดที่นำเลือดดำของหัวใจเองกลับเข้าหัวใจจาก paraconal interventricular vein วางตัวย้อนทางคู่มากับเส้นเลือด paraconal interventricular branch และมีแขนงเส้นเลือดดำรับเลือดจากหัวใจห้องล่างขวา มาเชื่อมเส้นเลือดดำนี้ กลายเป็น great cardiac vein วางตัวอยู่ใน coronary groove คู่กับเส้นเลือด left circumflex branch อ้อมมาทางด้านหลังและพองออกเป็น coronary sinus เปิดเข้าที่ผนังของ left cranial vena cava ก่อนจะเปิดเข้าสู่ right atrium 4 เซนติเมตร (รูปที่ 3A) นอกจากนี้ยังพบ subsinuosal interventricular vein นำเลือดกลับเข้าที่ left cranial vena cava ซึ่งเปิดเข้าหลังรูเปิดของ coronary sinus

เมื่อผ่าเปิดเส้นเลือด right cranial vena cava พบว่ามี valve แผ่นบางๆ โค้งต่อเนื่องจนถึง caudal vena cava มีความยาว 7 เซนติเมตร (รูปที่ 3B) ส่วนเส้นเลือด left cranial vena cava จะนำเลือดดำเข้า right atrium โดยที่รูเปิดดังกล่าวจะอยู่ใต้ caudal vena cava และพบว่ามี valve ที่ left cranial vena cava ด้วย

ภายในหัวใจห้องบนขวา พบ foramen ovale อยู่ทางด้าน caudal ของ intervenous tubercle มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร และพบแผ่นกั้นหัวใจห้องบน ที่เกิดจาก septum primum และ septum secundum แต่ยังไม่เจริญจนปิดช่องทางนี้ ทำให้เลือดจากหัวใจห้องบนขวาสามารถผ่านไปยังหัวใจห้องบนซ้ายได้ ในสัตว์ที่โตแล้ว foramen ovale นี้จะปิดเหลือเพียงร่องรอยที่เรียกว่า fossa ovalis และพบ crista terminalis กั้นส่วนเรียบกับส่วนขุรขระของ right auricle ซึ่งภายใน auricle มี pectinate muscle อยู่ (รูปที่ 3A และ 3B)

ผนังหัวใจห้องล่างขวามีความหนา 1.5 เซนติเมตร ที่ตำแหน่ง atrioventricular orifice พบ atrioventricular valve 3 cusps ลักษณะพื้นผิวภายในห้องหัวใจล่างขวามีลักษณะขุรขระเกิดจากสันกล้ามเนื้อหัวใจ (trabeculae carneae) ยกตัวนูนเป็นสันสลับกับร่องที่อยู่หว่างสันกล้ามเนื้อ พบ

papillary muscle 3 ส่วน (รูปที่ 4A) ส่วนที่ 1 มีฐานแนบติดกับ interventricular septum กว้าง 2.5 เซนติเมตร ส่วนที่ 2 เจริญยื่นตัวออกจากผนังอิสระ (ventricular free wall) ใกล้กับ interventricular septum หนา 2 เซนติเมตร สูง 2.5 เซนติเมตร และส่วนที่ 3 อยู่แนบไปกับผนังอิสระกว้าง 1.5 เซนติเมตร ที่ยอดของ papillary muscle แต่ละส่วนจะมีเส้นใย (tendinous cord) เรียกว่า chordae tendineae ยึดไปยัง atrioventricular valves และที่จุดเริ่มต้นของ pulmonary trunk พบ pulmonary valves ซึ่ง valves ดังกล่าวมีลักษณะเป็น semilunar valve (รูปที่ 4B)

ภายในหัวใจห้องบนซ้ายในส่วนของ auricle จะพบ pectinate muscle ขนาดใหญ่กว่าข้างขวา (รูปที่ 5A) ทำการผ่าเปิดหัวใจห้องล่างซ้าย พบว่าผนังหัวใจมีความหนา 2.5 เซนติเมตร ซึ่งหนามากกว่าห้องล่างขวา พื้นผิวด้านในมีลักษณะขุรขระเช่นเดียวกับห้องล่างขวา ที่ atrioventricular orifice มี atrioventricular valves 2 cusps มีขนาดใหญ่ ที่ผนังหัวใจพบ papillary muscle 3 ส่วน ส่วนที่ 1 อยู่ที่ผนังอิสระใกล้ paraconal interventricular groove มีฐานกว้าง 2.5 เซนติเมตร แตกเป็น 2 ยอด ส่วนที่ 2 แนบอยู่กับผนังอิสระใกล้ subsinuosal interventricular groove กว้าง 2 เซนติเมตร มี 2 ยอด ส่วนที่ 3 อยู่แนบกับผนังอิสระมีขนาดเล็ก 0.5 เซนติเมตร ที่ยอดของ papillary muscle แต่ละส่วนมี chordae tendineae ยึดไปยัง atrioventricular valves (รูปที่ 5B) ที่จุดเริ่มต้นของ ascending aorta พบ aortic valves มีลักษณะเป็น semilunar valve

ภายในหัวใจห้องล่างทั้งสองห้องไม่พบ trabecula septomarginalis ซึ่งเป็นสันกล้ามเนื้อชนิด bridge type ทำหน้าที่เป็นทางผ่านของกระแสประสาทจากผนังกั้นหัวใจห้องล่างไปผนังอิสระ แตกต่างจากสัตว์อื่น ๆ ที่มีสันกล้ามเนื้อชนิดนี้ (Nickel *et al.*, 1981) แต่พบ papillary muscle ขนาดเล็กค่อนข้างแบนและแนบไปกับผนังของ ventricle ไม่แยกตัวออกมาชัดเจนเท่าในสุนัข (Nickel *et al.*, 1981) ช่องว่างภายในหัวใจห้องล่างทั้ง 2 ห้องมีปริมาตรไม่แตกต่างกันมากนัก

จากการศึกษาหัวใจลูกช้างเอเชีย พบลักษณะที่แตกต่างจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทั่วๆไป ได้แก่ มีลักษณะ 2 ยอด (bifid apex) เส้นเลือดที่เลี้ยงหัวใจห้องบนและล่างมีแขนงแตกมาจาก left coronary artery เพียงเส้นเดียว เส้นเลือดดำที่นำเลือดกลับจากส่วนหน้าของลำตัวเข้าหัวใจมี left และ right cranial vena cava ซึ่งภายในมี valve อยู่ด้วย แตกต่างจากสัตว์ชนิดอื่นที่มี cranial vena cava 1 เส้น เนื่องจากลูกช้างเพศเมียตัวนี้ตายแรกคลอด จึงพบว่าที่ผนังกั้นหัวใจห้องบนยังคงพบ foramen ovale อยู่และมีหลอดเลือด ductus arteriosus เชื่อมระหว่าง pulmonary trunk กับ aortic arch ถ้าหากว่าลูกช้างตัวนี้มีชีวิตอยู่และเติบโตขึ้นอย่างปกติช่องทางติดต่อของหัวใจห้องบนและหลอดเลือดดังกล่าวควรจะเหลือเป็นร่องรอยของ fossa ovalis และ ligamentum arteriosum ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ นายสัตวแพทย์ สุรเชษฐ์ อุษณกรกุล ผู้นำส่งซากลูกช้าง คณาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่านที่ช่วยอำนวยความสะดวกและให้ข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ รศ.น.สพ. พยัตรา ตันติลีปิกร รศ.สพ.ญ. นงลักษณ์ ตันติลีปิกร และคุณปกรณ์ ประจำเมือง ที่ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือ ขอบคุณคุณพนิดา ไพศิริยืนยง ในการวาดภาพประกอบ

เอกสารอ้างอิง

ทวีโภค อังควานิช และ ฉัตรโชติ ทิตาราม. 2549.บทนำและความสำคัญของงาช้าง ใน แนวปฏิบัติการรักษาการติดเชื้อในงาช้างไทย. ปฐวี คงขุนเทียน บรรณาธิการ. บริษัทนันทพันธ์พริ้นติ้ง จำกัด.1-2.

วุฒิชัย กลมเกลียว ปุณณรัตน์ วิบูลย์จันทร์ นันทริกา ชันซื่อ และอัจฉริยา ไศละสูต.2548 ลักษณะทางมหกายวิภาคของหัวใจวาฬเพชฌฆาตแคระที่พบในประเทศไทย. *เวชชสารสัตวแพทย์*. 35(2):31-39.

Agur, A.M.R. and Lee, M.J. 1999. Grant's Anatomy. 10th ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins. 51-56.

Benedict, F.G. (1936) The Physiology of the Elephant. Carnegie Institute, Washington, D.C.

Bezuidenhout A. J., 1984: The coronary circulation of the heart of ostrich (*Struthio camelus*). *J. Anat.* 138,385-397.

Bisaillon, A., 1981. Gross anatomy of the cardiac blood vessels in the North American beaver (*Castor canadensis*). Anat. Anz. 150, 248-258.

Dyce, K.M., Sack, W.O. and Wensing, C.J.G. 1996. Textbook of Veterinary Anatomy. 2nd ed. Philadelphia, W.B. Saunders. 218-228.

Ghazi S. R., and M. Tadjalli, 1993: Coronary arterial anatomy of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*). Vet. Res. Commun. 17, 163 170.

Evans, H.E. and Chirstensen, G.C. 1979 Miller's Anatomy of the Dog. 2rd ed. Philadelphia, W.B. Sauders. 634-651.

Mariappa, D. (1986) Anatomy and Histology of the Indian elephant. Indira Publishing House.

Nickel, R., Schummer, A. and Seiferle, E. 1981. The Anatomy of the Domestic Animals. Vol. 3 Berlin, Verlag Paul Parey. 15-75.

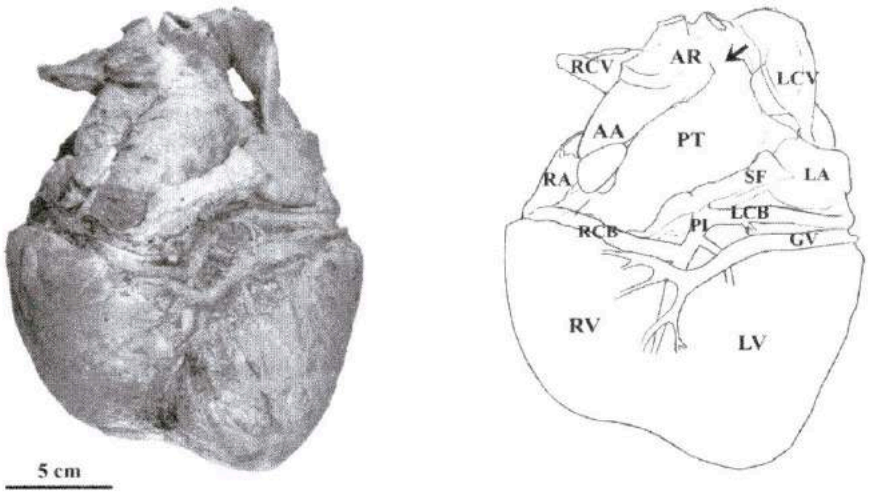
Rawlings, C. A., 1977: Coronary arterial anatomy of the small pony. Am. *J. Vet. Res.* 38, 1031 1035.

Sans-Coma, V., J. M. Arque, A. C. Duran, M. Cardo, B. Fernandez, and D. Franco, 1993: The coronary arteries of the Syrian hamster, *Mesocricetus auratus* (Waterhouse 1839). Anat. Anz. 1, 53 57.

Shoshani, J. (1992) Elephants: Majestic creatures of the wild. Rodale press, Emmaus, Pennsylvania.

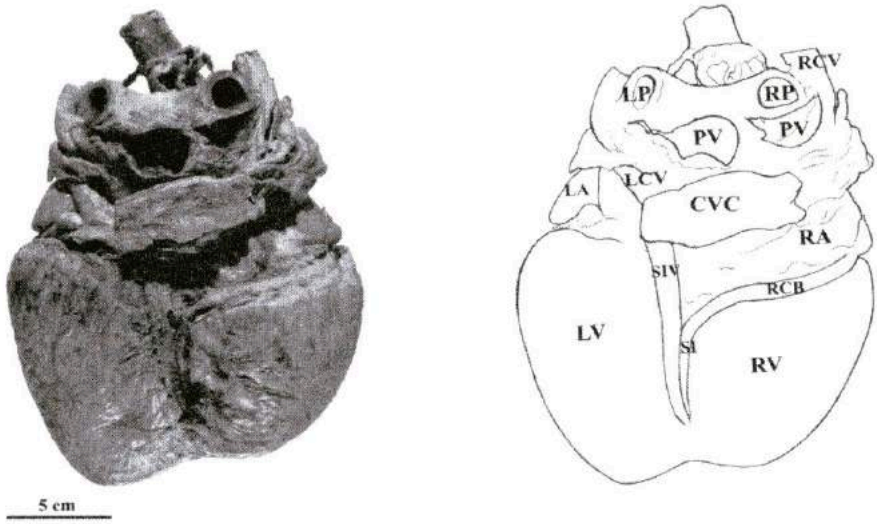
Taha A. A., and E. M. Abel-Magied, 1996: The coronary arteries of the dromedary camel (*Camelus dromedarius*). Anat. Hist. Embryol. 25, 295 299.

Weaver, M. E., G. A. Paltely, J. D. Bristow and H. D. Ladley, 1986: A quantitative study of the anatomy and distribution of coronary arteries in swine in comparison with other animals and man. Cardiovasc. Res. 20, 907-917.



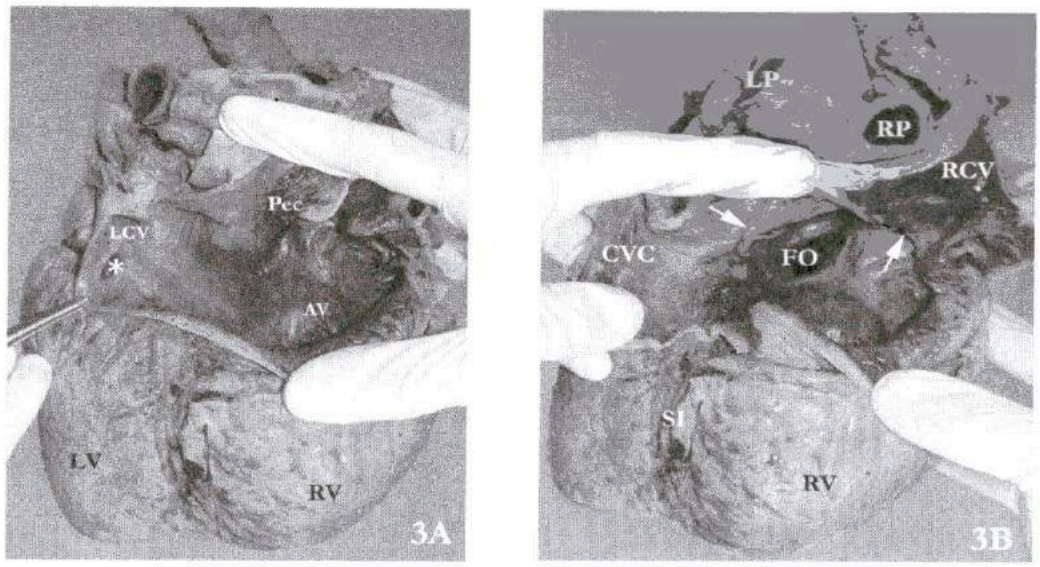
รูปที่ 1 โครงสร้างภายนอกหัวใจมองจากด้านซ้าย (auricular surface)

RA = right atrium, LA = left atrium, RV = right ventricle,
LV = left ventricle, AA = ascending aorta, AR = aortic arch,
PT = pulmonary trunk, LCV = left cranial vena cava, RCV = right cranial vena cava,
SF = subepicardial fat, PI = paraconal interventricular branch,
LCB = left circumflex branch, RCB = right circumflex branch,
GV = great cardiac vein, ลูกศรชี้ ductus arteriosus



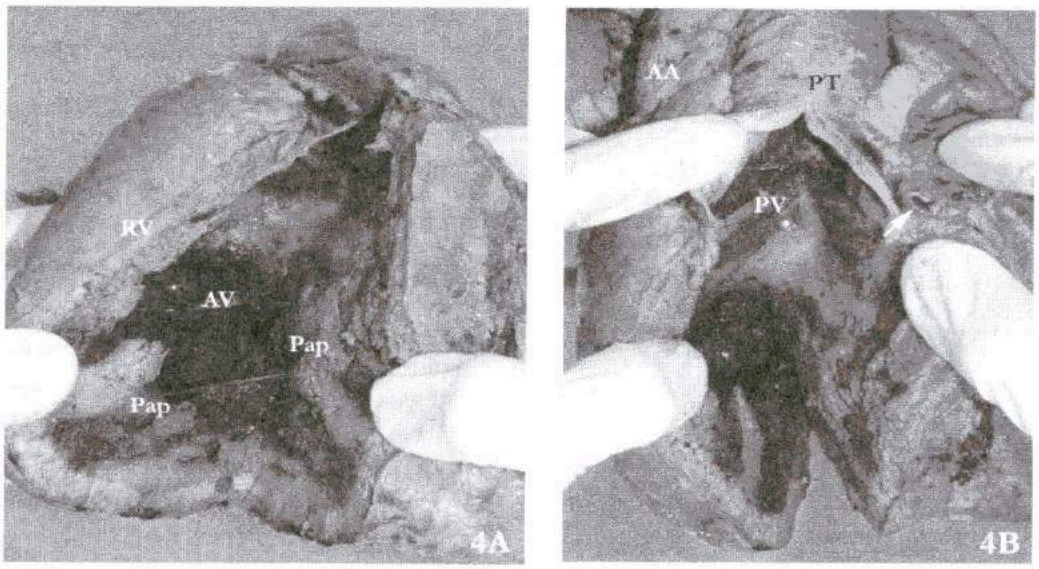
รูปที่ 2 โครงสร้างภายนอกหัวใจมองทางด้านขวา (atrial surface)

LV = left ventricle, RV = right ventricle, LA = left atrium,
RA = right atrium, LP = left pulmonary artery, RP = right pulmonary artery,
PV = pulmonary veins, LCV = left cranial vena cava, RCV = right cranial vena cava,
CVC = ผนังของ caudal vena cava, RCB = right circumflex branch,
SI = subsinuosal interventricular branch, SIV = subsinuosal interventricular vein



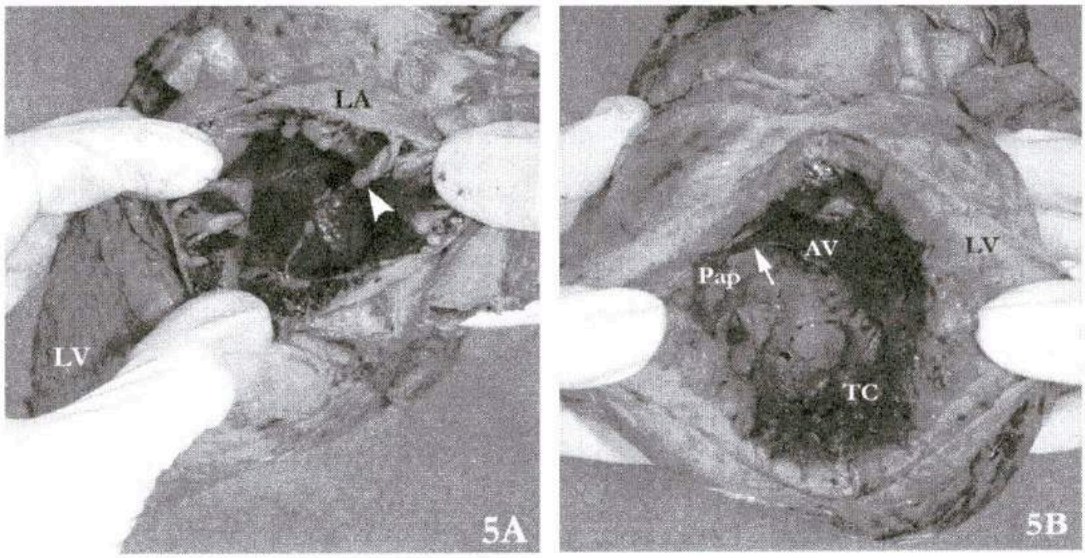
รูปที่ 3A ภายใน left cranial vena cava และ right atrium, **3B** ภายใน right atrium

RV = right ventricule, LV = left ventricle, LCV = left cranial vena cava,
Pec = pectinate muscles, AV = atrioventricular valve, * = opening of coronary sinus
SI = subsinuosal interventricular groove, CVC = caudal vena cava,
RCV= right cranial vena cava, FO = foramen ovale,
RP = right pulmonary artery, LP = left pulmonary artery,
ลูกศรชี้ valves of cranial and caudal vena cavae



รูปที่ 4A, 4B ภายใน right ventricle

RV = right ventricular free wall, Pap = papillary muscles, AV = atrioventricular valve,
PV = pulmonay valve, PT = pulmonary trunk, AA = ascending aorta,
ลูกศรชี้ left circumflex branch of left coronary artery



รูปที่ 5A ภายใน left atrium และ **5B** ภายใน left ventricle

LV = left ventricle, LA = left atrium, AV = atrioventricular valve,
Pap = papillary muscle, TC = trabeculae carneae,
หัวลูกศรชี้ pectinate muscle, ลูกศรชี้ chordae tendineae

Case Report:
The Anatomic Features of A Stillborn Asian Elephant (*Elephas maximus*) Heart

Punnarat Vibulchan*, Wuthichai Klomkleaw and Promporn Raksaseri

Department of Anatomy, Faculty of Veterinary Science, Chulalongkorn University, Bangkok 10330
*Corresponding author Tel. 02-2189699 Fax. 02-2189657 E-mail: punnarat.v@chula.ac.th

Abstract

Elephant is a large and intelligent mammal that can be trained and used in many purposes. Presently, number of elephants have been reduced continuously and it could be an endanger species in the near future. Its anatomical data would be useful as fundamental information for future studies and research. A newborn female elephant heart was studied anatomically in detailed. The heart was ovoid in shape with bifid apex. Left coronary artery gave rise to a paraconal interventricular branch and a circumflex branch. The paraconal interventricular branch also gave rise to a right circumflex branch which is different from other mammals. There were two cranial vena cavae; left and right with valves inside and a caudal vena cava that brought blood back to the right atrium. The opening of a coronary sinus was found opened to the left cranial vena cava before opening into the right atrium. Foramen ovale was found on the interatrial septum. Trabecula septomarginalis was not found in both ventricles. Papillary muscels were found in both ventricles with chordae tendineae attached from their apex to atrioventricular valves. There were trabeculae carneae in inner wall at ventricles, atrioventricular valves, pulmonary valves and aortic valves as did find in other mammals. Ductus arteriosus was still found connected the aortic arch to the pulmonary trunk.

Keywords: elephant, heart, cranial vena cava, left coronary artery