

การศึกษาเปรียบเทียบการวัดความดันเลือดแดงโดยตรง และโดยทางอ้อม ด้วยวิธี Oscillometric ในเสือขณะสลบ

สุนทร เกียรติมานะกุล อติชาต พรหมาสา มาริษศักดิ์ กัลป์ประวิทย์

Abstract

Soontorn Kiartmanakul Atichat Brahmasa Marissak Kalpravidh

COMPARATIVE STUDIES OF DIRECT AND INDIRECT ARTERIAL BLOOD PRESSURE MEASUREMENTS, BY THE OSCILLOMETRIC METHOD, IN ANESTHETIZED TIGERS

Direct and indirect arterial blood pressure measurements, by the oscillometric method, were carried out on twelve anesthetized healthy tigers during claw amputation. There were seven males and five females aged (mean $\pm$ SD) 4 ± 1 months and weighing (mean $\pm$ SD) 18 ± 11 kg. Anesthesia was induced using intramuscular ketamine, in conjunction with xylazine and atropine sulphate, and maintained by halothane inhalation. Heart rates, direct and indirect systolic, diastolic and mean arterial blood pressures were measured at 5 min intervals using 3 oscillometric monitors. The measurement of direct arterial blood pressure was made at the dorsal metatarsal artery of the left hock, while indirect blood pressure was measured at the dorsal metatarsal artery of the right hock and at the artery under the tail base. Mean $\pm$ SD of the heart rates was 109 ± 16 beats per minute, direct systolic, diastolic and mean arterial blood pressures were (mean $\pm$ SD) 111 ± 31 , 62 ± 29 and 81 ± 30 mm.Hg, respectively. Indirect systolic, diastolic and mean arterial blood pressures measured at the two sites were significantly different ($p < 0.05$) from the arterial blood pressures that were measured directly. Despite the differences, they were all correlated. Correlation coefficient (r) between the direct and indirect systolic blood pressures (SBP), measured at the right hock, was 0.80 which was higher than r between direct and indirect SBP measured at the tail base ($r = 0.77$). The same correlation ($r=0.70$) was found between the direct and indirect mean arterial blood pressures (MBP) measured at the right hock and at the tail base. The results of this study showed that the indirect arterial blood pressures measured at the right hock were closer to the direct arterial blood pressures and significantly higher than the indirect blood pressures measured at the tail base. A high correlation ($r=0.87$) was observed between the direct and indirect mean arterial blood pressures measured at the hocks of tigers that had direct mean arterial blood pressure below 60 mmHg. This implies that the oscillometric measurement of indirect arterial blood pressure can be used in hypotensive tigers.

Keywords : Blood pressure, oscillometric, tigers.

Department of Veterinary Surgery, Faculty of Veterinary Sciences, Chulalongkorn University, Bangkok 10330.

ภาควิชาศัลยศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

บทคัดย่อ

สุนทร เกียรติมานะกุล อติชาติ พรหมสา มาริษักร์ กัลป์ประวิทย์

การศึกษาเปรียบเทียบการวัดความดันเลือดแดงโดยทางตรงและโดยทางอ้อมด้วยวิธี Oscillometric ในเสือดงะสลบ

การเปรียบเทียบความดันเลือดแดงที่วัดโดยทางตรงกับโดยทางอ้อมด้วยวิธี oscillometric ของเสือดงะสลบที่มีสุขภาพดีขณะสลบระหว่างการทำศัลยกรรมหลอดเลือด จำนวน 12 ตัว เป็นเพศผู้ 7 ตัว และเพศเมีย 5 ตัว อายุเฉลี่ย (mean $\pm$ SD) 4 ± 1 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย (mean $\pm$ SD) 18 ± 11 กก. ใช้ ketamine ชักนำสลบโดยฉีดพร้อมกับ xylazine และ atropine sulphate เข้ากล้ามเนื้อ แล้วควบคุมการสลบด้วย halothane วัดอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันเลือดแดง systolic, diastolic และเฉลี่ยโดยทางตรงที่หลอดเลือดแดง dorsal metatarsal บริเวณข้อเท้าขาหลังซ้าย และโดยทางอ้อมที่หลอดเลือดแดงเดียวกันที่บริเวณข้อเท้าขาหลังขวาและที่หลอดเลือดแดงใต้โคนหางด้วยเครื่องวัดวิธี oscillometric พบว่า เสือดงะสลบมีอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ย (mean $\pm$ SD) 109 ± 16 ครั้งต่อนาที ความดันเลือดแดงที่วัดโดยทางตรงมีค่าเฉลี่ยของความดัน systolic, diastolic และเฉลี่ย (mean $\pm$ SD) เท่ากับ 111 ± 31 , 62 ± 29 และ 81 ± 30 มม.ปรอทตามลำดับ ความดันเลือดแดง systolic, diastolic และเฉลี่ยที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าและที่โคนหางแตกต่างจากความดันเลือดแดงดังกล่าวที่วัดโดยทางตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่มีสหสัมพันธ์กัน โดยพบว่า ความดันเลือดแดง systolic ที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าเท่ากับที่วัดโดยทางตรงมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.80 สูงกว่าค่า r ของความดันดังกล่าวที่วัดโดยทางอ้อมที่โคนหางกับที่วัดโดยทางตรงซึ่งมีค่า 0.70 ความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าเท่ากับที่วัดโดยทางตรงมีค่า r เท่ากับ 0.77 และเท่ากับค่า r ของความดันเลือดดังกล่าวที่วัดที่โคนหางกับที่วัดโดยทางตรง การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ความดันเลือดแดงที่วัดโดยทางอ้อมด้วยวิธี oscillometric ที่ข้อเท้าใกล้เคียงกับค่าที่วัดโดยทางตรงมากกว่าและมีค่าสูงกว่าความดันเลือดที่วัดโดยทางอ้อมที่โคนหางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการพบความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังกับที่วัดโดยทางตรงของเสือดงะที่มีความดันเลือดแดงเฉลี่ยต่ำกว่า 60 มม.ปรอท มีสหสัมพันธ์กันมาก ($r=0.87$) แสดงว่าการวัดความดันเลือดแดงโดยทางอ้อมด้วยวิธี oscillometric สามารถใช้วัดความดันเลือดของเสือดงะที่มีความดันเลือดต่ำได้

คำสำคัญ : ความดันเลือด วิธีออสซิลโลเมตริก เสือดงะ

บทนำ

การวางยาสลบเพื่อทำศัลยกรรมเสือโคร่งซึ่งเป็นสัตว์ป่าที่เหลือน้อย จำเป็นต้องเฝ้าระวังอย่างใกล้ชิด เช่นเดียวกับสัตว์เลี้ยง ต้องตรวจดูปฏิกิริยาตอบโต้ต่างๆ และควรวัดความดันเลือดแดงซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นการทำงานของหัวใจและการไหลเวียนเลือด และยังบอกระดับความลึกของการสลบอีกด้วย เพราะยาสลบส่วนใหญ่กดการทำงานของหัวใจและระบบไหลเวียนเลือด (Haskins, 1996) ดังนั้นการวัดความดันเลือดจึงมีความสำคัญทั้งต่อการวินิจฉัยโรคและการเฝ้าระวังสัตว์ขณะสลบ ในปัจจุบันการวัดความดันเลือดแดงสามารถทำได้ 2 วิธีคือ การวัดความดันเลือดโดยตรงและโดยทางอ้อม การวัดความดันเลือดโดยตรงต้องสอดท่อเข้าหลอดเลือด เป็นวิธีที่แม่นยำเหมาะสมสำหรับงานวิจัย การผ่าตัดใหญ่ที่มีการเสียเลือดหรือสารน้ำมาก รายที่มีอาการ shock และรายที่ต้องเจาะเลือดเพื่อวิเคราะห์ blood gas บ่อยครั้ง วิธีนี้ค่อนข้างไม่สะดวกในทางปฏิบัติทั่วไปในคลินิก เนื่องจากสัตว์มีโอกาสติดเชื้อ มีเลือดคั่งนอกหลอดเลือด หรือเกิดก้อนลิ่มเลือดภายในหลอดเลือดได้ (Binns et al., 1995) ขณะที่การวัดสัตว์ที่ไม่สลบจะรู้สึกเจ็บและไม่อยู่นิ่งให้ทำการวัดได้ นอกจากนี้ ผู้วัดต้องมีความชำนาญในการเจาะหลอดเลือดแดง (Hamlin et al., 1982) การวัดความดันเลือดโดยทางอ้อมจึงมีข้อดีว่าการวัดความดันเลือดโดยตรงหลายประการ คือ ไม่ทำให้เกิดบาดแผล สัตว์ไม่รู้สึกเจ็บการวัดทำได้สะดวกและง่ายในทางปฏิบัติ

การวัดความดันเลือดโดยทางอ้อมในสัตว์สามารถทำได้โดยวิธี palpation, auscultation, doppler ultrasound และ oscillometric (Parry et al., 1992) Riebold and Evans (1985) ได้รายงานความดันเลือดของม้าขณะสลบโดยเปรียบเทียบวิธีการวัดโดยตรงกับโดยทางอ้อม 2 วิธี พบว่า ความดันเลือดที่วัดได้จาก aneroid manometer และ electronic sphygmomanometer ต่ำกว่าความดัน

เลือดที่วัดโดยตรงเล็กน้อย และความดันเลือดที่ได้จากการวัดโดย auscultation สูงกว่าความดันเลือดที่วัดโดยตรง มีรายงานการใช้วิธี oscillometric วัดความดันเลือดโดยทางอ้อมเปรียบเทียบกับวิธีการวัดความดันเลือดโดยตรงที่หลอดเลือดแดง facial และ dorsal metatarsal ในม้า พบว่า มีความสัมพันธ์กันระหว่างความดันเลือดที่วัดโดยทางอ้อมและความดันเลือดที่วัดโดยตรงและสามารถวัดอัตราการเต้นของหัวใจที่ต่ำได้เมื่อเพิ่มความไวของเครื่อง (Muir et al., 1983) การวัดความดันเลือดโดยทางอ้อมในสุนัขด้วยวิธี oscillometric ให้ค่าความดันเลือดแดงใกล้เคียงกับค่าที่วัดโดยตรงทั้ง systolic, diastolic และเฉลี่ย (Gains et al., 1995) แต่ใช้ได้กับสุนัขขณะสลบ ยังไม่เหมาะกับสุนัขที่ยังรู้สึกตัว เนื่องจากมีการเคลื่อนไหวรบกวน ทำให้วัดไม่ได้ (Hamlin et al., 1982) การวัดแบบ oscillometric ในแมวจะให้ค่าความดันเลือด systolic ใกล้เคียงกับการวัดความดันเลือดโดยตรง (Caulkett et al., 1998) และ Sawyer (1992) รายงานการวัดโดยวิธี oscillometric ที่ความดันเลือดแดง systolic ระหว่าง 90-120 มม.ปรอท พบว่า ความดันเลือดแดง systolic ที่วัดโดยทางอ้อมไม่ต่างจากที่วัดโดยตรง

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความดันเลือดแดงจากการวัดโดยทางอ้อมด้วยวิธี oscillometric เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำมาเป็นข้อมูลแทนความดันเลือดแดงที่วัดโดยตรง เปรียบเทียบความดันเลือดแดงที่วัดโดยทางอ้อมโดยวิธี oscillometric ที่ข้อเท้าของขาหลังกับที่โคนหาง เพื่อดูว่าตำแหน่งใดจะให้ค่าความดันเลือดแดงใกล้เคียงกับความดันเลือดแดงที่วัดโดยตรง และยังเป็นการสำรวจความดันเลือดแดงของเสือโคร่งขณะสลบ

วัสดุและวิธีการ

สัตว์

เสือโคร่งสุขภาพดี ที่มารับการทำการศัลยกรรม ถอดเล็บที่โรงพยาบาลสัตว์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 12 ตัว เป็นเพศผู้ 7 ตัว และเพศเมีย 5 ตัว อายุระหว่าง 2 ถึง 6 เดือน เฉลี่ย (mean $\pm$ SD) 4 ± 1 เดือน น้ำหนักระหว่าง 8 ถึง 35 กก. เฉลี่ย (mean $\pm$ SD) 18 ± 11 กก.

วิธีการ

การวางยาสลบใช้ ketamine hydrochloride 10 มก./กก. ชักนำสลบพร้อมกับ xylazine hydrochloride 1 มก./กก. และ atropine sulphate 0.04 มก./กก. บริหารเข้ากล้ามเนื้อภายหลังกินอาหารและน้ำก่อน วางยาสลบเป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นสอด endotracheal tube และควบคุมระดับความลึกของการสลบ โดยการดม 0.5-3% halothane ร่วมกับ oxygen 100 มล./กก./นาที

วัดความสูงของระดับหัวใจที่กลางกระดูกอกของเสือขณะนอนตะแคง เพื่อนำมาใช้เป็นระดับของ transducer จากนั้นวัดความสูงของข้อเท้าขาหลังและโคนหางจากพื้น ซึ่งเป็นระดับของ cuff ที่วัดโดยทางอ้อม และวัดขนาดเส้นรอบข้อเท้าขาหลังและโคนหาง แล้วสอด I.V.catheter (Insyte(r), Desert Medical, USA) ขนาดเบอร์ 20 ความยาว 2 นิ้ว ผ่านผิวหนังเพื่อวัดความดันเลือดโดยตรง ปลาย catheter อาจฉีกและบาดผนังหลอดเลือดถ้าแทงผ่านผิวหนังโดยตรง จึงต้องกรีดผิวหนังยาว 1-2 ซม. บริเวณ dorsal metatarsus ของขาหลังซ้าย แยกชั้นได้ผิวหนังจนพบหลอดเลือดแดง dorsal metatarsal แล้วจึงสอด I.V.catheter เข้าในหลอดเลือดดังกล่าว ต่อสาย extension tube (Nipro(r), NN-ET 9950, Nissho Nipro Corp., Thailand) ยาว 100 ซม. ความจุ 5 มล. เข้ากับ I.V. catheter และ pressure transducer (Baxter(r), Model PX600F, Baxter Intl. Corp., USA) ซึ่งต่อกับเครื่องวัดความดันเลือดแดง

โดยตรง (Datascope(r), Passport Model EL, Datascope Corp., USA) ฉีดน้ำเกลือผสม heparin ขนาด 2 ไร่/มล. หล่อภายในท่อ extension ทุกๆ 10 นาที เพื่อป้องกันเลือดแข็งตัวใน I.V. catheter โดยปรับระดับของ pressure transducer ให้อยู่ระดับเดียวกันกับแนวกลางกระดูกอก (sternum) ขณะสัตว์นอนตะแคง ตามรายงานการใช้ระดับดังกล่าวเป็นระดับของหัวใจในแมว (Hall and Taylor, 1994) และเป็นระดับที่จะตั้งเครื่องวัดความดันเลือดที่ศูนย์ (Caulkett et al., 1998)

การวัดความดันเลือดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้า (indMBPleg) ใช้สายรัดที่มี cuff ขนาด 8x28 ซม. พันรอบข้อ tarsal ของขาหลังขวา โดยให้ cuff อยู่ทางด้าน dorsal ของข้อ tarsal แล้วต่อเข้ากับเครื่องวัดความดันเลือดแบบ oscillometric (Datascope(r), Model Accutorr3,4 Series, Datascope Corp., USA) ในการวัดความดันเลือดโดยทางอ้อมที่โคนหาง ใช้สายรัดที่มี cuff ขนาด 8x28 ซม. พันรอบโคนหางชิดกับปากทวารหนัก โดยให้ cuff อยู่ทางด้าน ventral ของโคนหาง แล้วต่อเข้ากับเครื่องวัดความดันเลือดแบบ oscillometric อีกเครื่องหนึ่ง

บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันเลือดแดง systolic, diastolic และเฉลี่ย (mean) ของเสือขณะสลบ ที่วัดโดยตรงและโดยทางอ้อมที่อ่านได้จากเครื่องพร้อมๆ กัน ทุก 5 นาทีตลอดการผ่าตัดประมาณ 1 ชั่วโมง แสดงข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ย (ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (mean $\pm$ SD) และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้ paired t-test และสหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างความดันเลือดแดงที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อม และระหว่างโดยทางอ้อมที่ 2 แห่ง ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลรวม และแยกวิเคราะห์เฉพาะกลุ่มที่ความดันเลือดแดงเฉลี่ยต่ำกว่า 60 มม.ปรอท ทั้งนี้ เพื่อประเมินความไวหรือความสามารถของการวัดโดยทางอ้อมด้วยวิธีนี้ในสัตว์ที่มีความดันเลือดต่ำ

ผล

เสือ 12 ตัว มีความยาวรอบข้อเท้าหลัง 13-20 (16.0 ± 2.2) ซม. และมีความยาวรอบโคนหาง 10-16 (13.0 ± 2.3) ซม. ระดับของกลางกระดูก sternum อยู่เหนือจากพื้นโต๊ะ 3-6 (5.0 ± 1.1) ซม. ระดับ cuff ที่ข้อเท้าหลังขาวอยู่เหนือจากพื้นโต๊ะ 2.5-4.5 (4.0 ± 0.6) ซม. ส่วนระดับของ cuff ที่โคนหางอยู่สูงจากพื้นโต๊ะ 3-5 (4.0 ± 0.7) ซม.

อัตราการเต้นของหัวใจของเสือโคร่งขณะสลบ ความดันเลือด systolic, diastolic และเฉลี่ยที่วัด โดยทางตรงและโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าหลังกับที่โคนหางจำนวน 256 ครั้ง แสดงในตารางที่ 1 จากการวิเคราะห์ พบว่า ความดันเลือดแดง systolic, diastolic และความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าหลังและที่โคนหาง แตกต่างจากที่วัดโดยทางตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงว่าความดันเลือดแดงที่วัดโดยทางอ้อมไม่ใช่ค่าที่แท้จริงของความดันเลือดแดง แต่มีสหสัมพันธ์กันมากถึงปานกลาง (ตารางที่ 2) (รูปที่ 1, 2 และ 3) การวัดความดันเลือดแดง systolic โดยทางอ้อมที่ข้อเท้าให้ผลใกล้เคียงกับการวัดโดยทางตรงมากกว่าการวัดโดยทางอ้อมที่โคนหาง และพบว่าความดันเลือดแดง systolic ที่วัดได้โดยทางอ้อมที่ข้อเท้าสูงกว่าค่าที่วัดได้ที่โคนหางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนความดันเลือดแดง diastolic และความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าแตกต่างจากที่วัดที่โคนหางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) การคำนวณหาความดันเลือดแดงจริง คำนวณจากสมการความสัมพันธ์ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3 โดยอาศัยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)

การเปรียบเทียบความดันเลือดแดงที่มีความดันเลือดแดงเฉลี่ยต่ำกว่า 60 มม.ปรอท 70 รายการ โดยใช้ paired t-test และหาสหสัมพันธ์ พบว่า ความดันเลือดแดง systolic, diastolic และเฉลี่ยที่วัดโดยทางอ้อม

แตกต่างจากที่วัดโดยทางตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ความดันเลือดแดง systolic ที่วัดโดยทางตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าหลังและกับที่โคนหางมีค่า r เพียง 0.67 จึงไม่ได้หาสมการแสดงความสัมพันธ์ ในขณะที่ความดันเลือดแดง systolic ที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าหลังกับที่โคนหางมีสหสัมพันธ์กันมากโดยมี r เท่ากับ 0.80 (ตารางที่ 2) ไม่ได้หาสมการแสดงความสัมพันธ์ เนื่องจากการวัดความดันเลือดโดยทางอ้อมทั้ง 2 ตำแหน่ง

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความดันเลือดแดง diastolic ที่วัดโดยทางตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าหลังมีค่าเท่ากับ 0.74 (ตารางที่ 2) ในขณะที่ความดันเลือดแดง diastolic ที่วัดโดยทางตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่โคนหางมีค่า r เท่ากับ 0.57 ส่วนความดันเลือดแดง diastolic ที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าหลังกับที่โคนหางมีค่า r เท่ากับ 0.68 (ตารางที่ 2) แต่ไม่ได้หาสมการแสดงความสัมพันธ์เนื่องจากการเฝ้าระวังสัตว์ขณะสลบ จะไม่สังเกตความดันเลือดค่าที่ค่า diastolic จะดูแลเฉพาะความดันเลือดแดง systolic และความดันเลือดแดงเฉลี่ย

ความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดโดยทางตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าหลังมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.87 (ตารางที่ 2) สามารถคำนวณหาความดันเลือดแดงเฉลี่ยจริงได้จาก

$$\text{directMBP} = \frac{\text{indMBP}_{\text{leg}} + 4}{2.2}$$

ความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดโดยทางตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่โคนหางมีค่า r เพียง 0.67 จึงไม่ควรคำนวณหาความดันเลือดแดงเฉลี่ยจริงจากสมการ ความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้ากับที่โคนหางมีสหสัมพันธ์กันมากโดยมีค่า r เท่ากับ 0.82 (ตารางที่ 2) แต่ไม่ได้หาสมการแสดงความสัมพันธ์ เนื่องจากการวัดความดันเลือดแดงโดยทางอ้อมทั้ง 2 ตำแหน่ง

ตารางที่ 1 อัตราการเต้นของหัวใจและความดันเลือดแดงของเสือดงที่วัดโดยตรงและโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าและที่โคนหาง

	จำนวนข้อมูล	การวัดโดยตรง (mean±SD)		การวัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้า (mean±SD)		การวัดโดยทางอ้อมที่โคนหาง (mean±SD)	
อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้ง/นาที)	256	82-153	(109±16)	82-153	(109±16)	82-155	(109±16)
ความดันเลือดแดง (มม.ปรอท)							
Systolic	256	43-182	(111±31)*	59-153	(106±24)*	49-164	(98±22)*
Diastolic	256	26-129	(62±29)*	21-108	(59±19)*	15-104	(49±19)*
Mean	256	37-151	(81±30)*	37-123	(77±21)*	27-116	(67±19)*

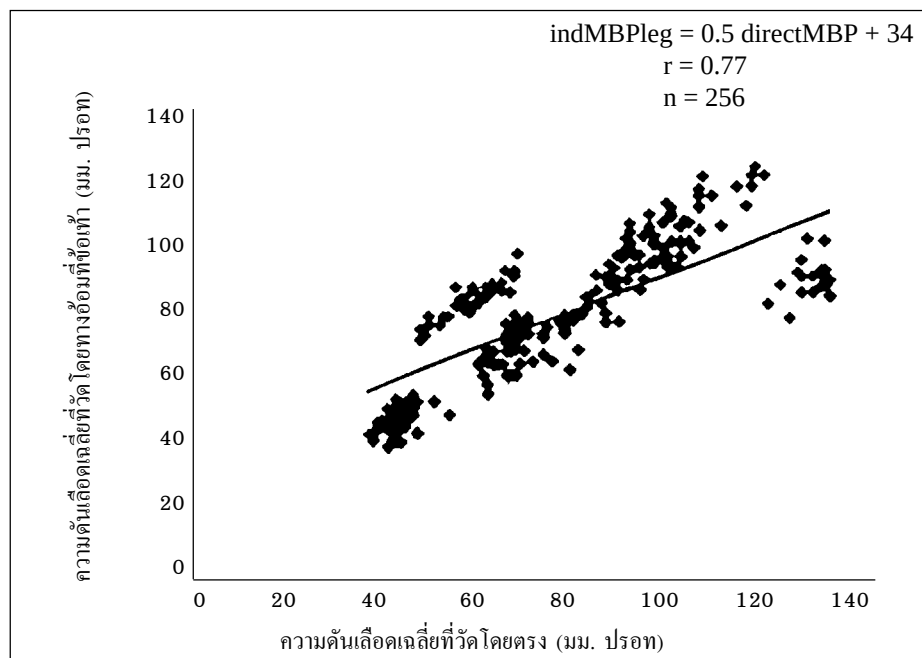
*แตกต่างกันในแนวนอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 2 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของความดันเลือดแดงที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมและระหว่างการวัดโดยทางอ้อมที่ 2 ตำแหน่ง

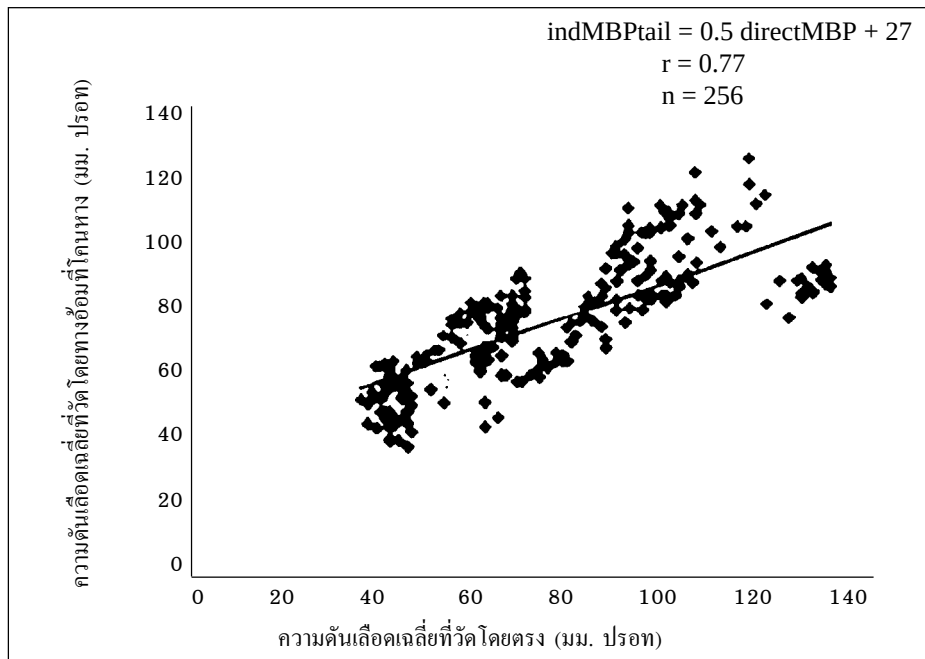
	จำนวนข้อมูล	r ระหว่างการวัดโดยตรงกับ วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าข้างหลัง	r ระหว่างการวัดโดยตรง กับวัดโดยทางอ้อมที่โคนหาง	r ระหว่างการวัดโดยทางอ้อม ที่ข้อเท้าข้างหลังกับโคนหาง
ความดันเลือดแดงไม่จำแนก ช่วง (รวมทั้งหมด)				
Systolic	256	0.80	0.70	0.89
Diastolic	256	0.70	0.76	0.89
Mean	256	0.77	0.77	0.93
กลุ่มความดันเลือดแดงเฉลี่ย (Mean)ต่ำกว่า 60 มม.ปรอท				
Systolic	70	0.67	0.67	0.80
Diastolic	70	0.74	0.57	0.68
Mean	70	0.87	0.67	0.82

ตารางที่ 3 สมการ regression ที่ใช้ในการคำนวณค่าความดันเลือดแดงจริงจากความดันเลือดแดงที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังและที่โคนหาง

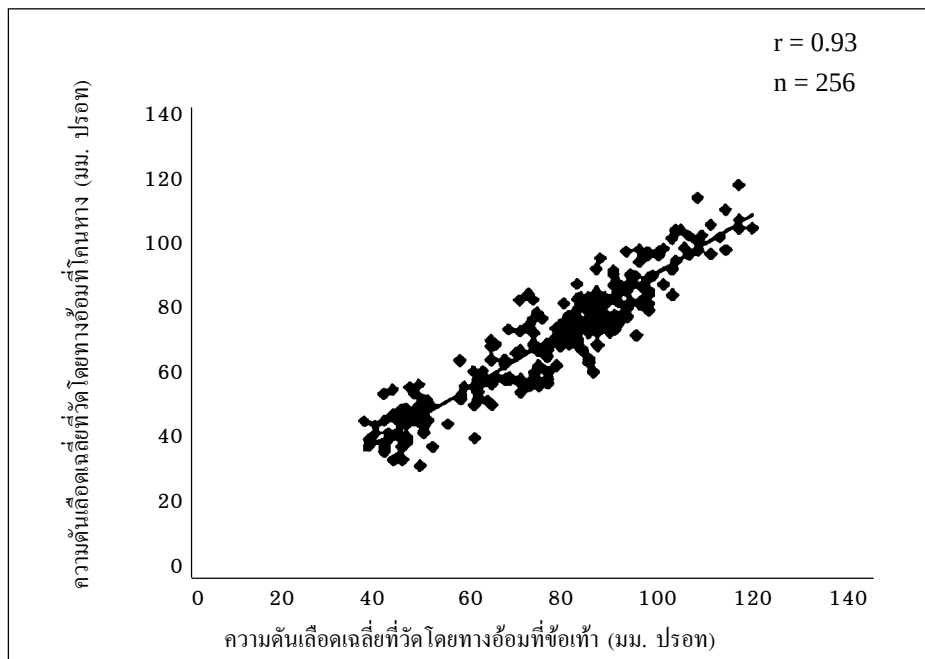
ความดันเลือดแดง	r	สมการ regression
Systolic		
ขาหลัง	0.80	$\text{directSBP} = \frac{\text{indSBPleg}-38}{0.6}$
โคนหาง	0.70	$\text{directSBP} = \frac{\text{indSBPtail}-43}{0.5}$
Diastolic		
ขาหลัง	0.70	$\text{directDBP} = \frac{\text{indDBPleg}-30}{0.5}$
โคนหาง	0.76	$\text{directDBP} = \frac{\text{indDBPtail}-18}{0.5}$
Mean		
ขาหลัง	0.77	$\text{directMBP} = \frac{\text{indMBPleg}-34}{0.5}$
โคนหาง	0.77	$\text{directMBP} = \frac{\text{indMBPtail}-27}{0.5}$



รูปที่ 1 สหสัมพันธ์ของความดันเลือดเฉลี่ยที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้ากับที่วัดโดยตรง



รูปที่ 2 สหสัมพันธ์ของความคั่นเลือดเฉลี่ยที่วัดโดยทางอ้อมที่โคนหางกับที่วัดโดยตรง



รูปที่ 3 สหสัมพันธ์ของความคั่นเลือดเฉลี่ยที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้ากับที่โคนหาง

วิจารณ์

การวัดความดันเลือดโดยวิธี oscillometric เป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงของเส้นผ่าศูนย์กลางของหลอดเลือด ซึ่งเป็นผลจากมีการเปลี่ยนแปลงของความดันภายในหลอดเลือด การเปลี่ยนแปลงแต่ละขณะจะทำให้เกิดการสั่นสะเทือนที่มีความถี่ต่างกัน ตัวรับสัญญาณซึ่งอยู่ที่ cuff bladder จะส่งสัญญาณผ่าน transducer แล้วแสดงผลเป็น oscillograph ที่สามารถบันทึกและแปลผลด้วยคอมพิวเตอร์ (Meldrum, 1978) แนวพระราชดำริที่วัดความดันเลือดแดงเฉลี่ยประมาณ 120 มม.ปรอท และขณะสลบควรมีเกิน 65-70 มม.ปรอท (Hall and Taylor, 1994) ในขณะที่ Haskins (1996) แนะนำควรควบคุมแนวขณะสลบให้มีความดันเลือดแดงเฉลี่ยเกิน 60 มม.ปรอท จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าที่ความดันเลือดแดงเฉลี่ยต่ำกว่า 60 มม.ปรอท ความดันเลือดแดงเฉลี่ยจากการวัดโดยทางตรง กับการวัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าหลังมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.87 แสดงว่าสามารถใช้ความดันเลือดแดงที่วัดได้โดยทางอ้อมที่ข้อเท้าประเมินความดันเลือดแดงจริงหรือที่วัดโดยทางตรงได้ ถึงแม้จะมีความดันเลือดแดงเฉลี่ยต่ำกว่า 60 มม.ปรอท แมวนอกจากควรมีความดันเลือดแดงเฉลี่ยขณะสลบเกิน 60 มม.ปรอทแล้ว ยังควรมีความดันเลือดแดง systolic ไม่ต่ำกว่า 80 มม.ปรอท (Hall and Taylor, 1994) แต่เนื่องจากความดันเลือดแดง systolic ของเสือทุกตัว ซึ่งเป็นสัตว์ตระกูลแมวขณะสลบที่วัดโดยทางอ้อมในการศึกษาครั้งนี้สูงเกิน 80 มม.ปรอท จึงไม่มีข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ความดันเลือดแดงต่างๆ ที่ ความดันเลือดแดง systolic ต่ำกว่า 80 มม.ปรอท

การศึกษานี้พบว่า ความดันเลือดแดง systolic, diastolic และเฉลี่ยที่วัดโดยทางตรง สูงกว่าความดันเลือดแดงดังกล่าวที่วัดโดยทางอ้อมที่ทั้ง 2 ตำแหน่ง และยังพบว่า การวัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าหลังได้ค่าความดันเลือดแดงใกล้เคียงกับความดันเลือดแดงที่วัดโดยทางตรงมากกว่าวิธีการวัดโดยทางอ้อมที่โคนหาง จึงอาจสรุปได้ว่า ตำแหน่งการวัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าหลังเป็นตำแหน่งที่เหมาะสมมากกว่าการวัดที่โคนหาง จากข้อมูลรวมทั้งหมดซึ่งไม่จำแนกช่วงความดัน ความดันเลือดแดง systolic จากการวัดโดยทางตรงและจากการ

วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าหลัง มีสหสัมพันธ์กันมาก และสามารถคำนวณหาค่าความดันเลือดแดง systolic จริงได้จากสมการ ซึ่งในทางปฏิบัติจะไม่จำแนกช่วงความดันเลือดแดง จึงสามารถใช้ความดันเลือดแดงที่วัดโดยทางอ้อมประเมินความดันเลือดแดงที่วัดโดยทางตรงได้ โดยดูได้จากทั้งความดันเลือดแดง systolic และความดันเลือดแดงเฉลี่ยของการวัดโดยทางอ้อม แล้วคำนวณหาความดันเลือดแดงจริงจากสมการ หรือเทียบความดันจากรูปที่ 1 หรือตารางที่ทำขึ้นโดยอาศัยสมการ regression ที่ได้คำนวณค่า directMBP จากค่า indMBP ต่างๆ แต่ตารางนี้จะใช้ได้เฉพาะกับเครื่องที่ใช้หาข้อมูลสมการเท่านั้น จากการวิเคราะห์สมการการคำนวณหาความดันเลือดที่แท้จริงหรือที่วัดได้โดยทางตรงตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นได้ว่า การลดลงของความดันเลือดแดงจะทำให้ค่าความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดได้โดยทางอ้อมสูงกว่าความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดโดยทางตรง ทั้งนี้เนื่องจากความดันเลือด diastolic จะแผ่วเบาและหายไปจนเครื่องไม่สามารถวัดได้ที่ระดับความดันสูงกว่าที่ควรจะเป็น ทำให้ความดันเลือดเฉลี่ยที่วัดโดยทางอ้อมสูงกว่าความดันดังกล่าวที่วัดโดยทางตรง

ความดันเลือดแดงที่วัดโดยทางอ้อมอาจมีค่าต่างจากที่วัดโดยทางตรงได้เนื่องจากหลายสาเหตุ การใช้ cuff ที่มีขนาดกว้างเกินไปจะทำให้ความดันเลือดที่วัดได้ต่ำกว่าค่าที่แท้จริงหรือค่าที่วัดโดยทางตรง ในทางตรงกันข้ามถ้า cuff มีขนาดแคบเกินไปจะทำให้ความดันเลือดที่วัดได้สูงกว่าค่าที่แท้จริง (Latschaw and Fessler, 1978) การศึกษานี้ใช้ cuff ที่มีความกว้าง ประมาณ 50% ของความยาวรอบข้อเท้า และประมาณ 62% ของความยาวรอบโคนหาง ถึงแม้ว่าการใช้ cuff ขนาดดังกล่าวจะใกล้เคียงกับการแนะนำของ Hall and Taylor (1994) ที่ให้ใช้ cuff ขนาด 40-60% ของความยาวรอบขาแมว แต่ความดันเลือดแดงจากการศึกษานี้ที่วัดโดยทางอ้อมมีค่าน้อยกว่าที่วัดโดยทางตรง cuff ที่ใช้ในการศึกษานี้จึงอาจมีขนาดกว้างเกินไป การรัด cuff หลวมเกินไปอาจทำให้ความดันเลือดที่วัดได้สูงกว่าค่าที่แท้จริงหรือค่าที่วัดได้โดยทางตรง ในทางกลับกันการรัด cuff แน่นเกินไปอาจทำให้ความดันเลือดที่วัดได้ต่ำกว่าค่าที่แท้จริง (Hall and Taylor, 1994) ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ความดันเลือดที่วัดโดยทางอ้อมในการศึกษานี้มีค่าต่ำกว่าความดันเลือดแดงที่

วัดโดยตรง นอกจากนี้ ระดับของ pressure transducer และ cuff ก็มีผลทำให้ค่าความดันเลือดที่วัดได้ผิดไปได้ กล่าวคือ ถ้าระดับของ transducer และ cuff อยู่สูงกว่าหัวใจจะได้ความดันเลือดต่ำกว่าค่าที่แท้จริง หรือค่าที่วัดได้โดย ทางตรง แต่ถ้า transducer และ cuff อยู่ต่ำกว่าระดับหัวใจความดันเลือดที่วัดได้จะสูงกว่าค่าที่แท้จริง ในการศึกษาครั้งนี้ได้ปรับระดับของ transducer ให้อยู่ในระดับเดียวกับหัวใจ ดังนั้นความดันเลือดแดงที่วัดโดยตรงจึงควรเท่ากับความดันเลือดที่แท้จริงของเลือด ส่วนระดับของ cuff ที่ใช้วัดความดันเลือดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าและที่โคนหางอยู่ต่ำกว่าระดับของหัวใจ ค่าความดันเลือดแดงที่วัดโดยทางอ้อมจึงควรมีค่าสูงกว่าค่าที่วัดโดยตรง แต่ค่าความดันที่วัดได้กลับตรงกันข้าม ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจาก cuff ที่ใช้มีขนาดกว้างเกินไป จึงควรมีการศึกษาเปรียบเทียบการใช้ cuff ขนาดต่างๆ ในเลือดเพื่อหาขนาดของ cuff ที่เหมาะสมในการวัดความดันเลือดแดงของเลือดโดยทางอ้อมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากคณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

- Binns, S.H., Sisson, D.D., Buoscio, D.A. and Schaeffer, D.J. 1995. Doppler ultrasonographic, oscillometric sphygmomanometric, and photoplethysmographic techniques for noninvasive blood pressure measurement in anesthetized cats. *J. Vet. Int. Med.* 9(6): 405-414.
- Caulkett, N.A., Cantwell, S.L. and Houston, D.M. 1998. A comparison of indirect blood pressure monitoring techniques in the anesthetized cat. *Vet. Surg.* 27(4): 370-377.
- Gains, M.J., Grodecki, K.M., Jacobs, R.M., Dyson, D. and Foster, R.A. 1995. Comparison of direct and indirect blood pressure measurements in anesthetized dogs. *Can. J. Vet. Res.* 59(3): 238-240.
- Hall, L.W. and Taylor, P.M. 1994. *Anesthesia of the Cat*. London: Bailliere Tindall. 337-338.
- Hamlin, R.L., Kittleson, M.D., Rice, D., Knowlen, G. and Seyffert, R. 1982. Noninvasive measurement of systolic arterial pressure in dogs by autonomic sphygmomanometry. *Am. J. Vet. Res.* 43(7): 1271-1273.
- Haskins, S.C. 1996. Monitoring the anesthetized patient. In: Lumb & Jones' *Veterinary Anesthesia*. J.C. Thurmon, W.J. Tranquilli and G.J. Benson (eds.). 3rd ed. Philadelphia: Williams & Wilkins. 409-424.
- Latshaw, H., Fessler, J. F., Whistler, S.J. and Geddes, L.A. 1979. Indirect measurement of mean blood pressure in the normotensive and hypotensive horse. *Equine Vet. J.* 11(3): 191-194.
- Meldrum, S.J. 1978. The principles underlying Dinamap—a microprocessor based instrument for the automatic determination of mean arterial pressure. *J. Med. Eng. Technol.* 2(5): 243-246.
- Muir, W.N., Wade, A. and Grospitch, B. 1983. Automatic noninvasive sphygmomanometry in horse. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 182(11): 1230-1233.
- Parry, B.W., McCarthy, M.A., Anderson, G.A. and Gay, C.C. 1982. Correct occlusive bladder width for indirect blood pressure measurement in horses. *Am. J. Vet. Res.* 43(1): 50-54.
- Riebold, T.W. and Evans, A.T. 1985. Blood pressure measurements in the anesthetized horse. Comparison of four methods. *Vet. Surg.* 14(4): 332-337.
- Sawyer, D.C. 1992. Indirect blood pressure measurements in dogs, cats and horses : Correlation with direct arterial pressures and site of measurement. *Proceedings of the XXVII World Small Animal Veterinary Association Congress, Rome, Italy.* 93-98.