รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การศึกษาเปรียบเทียบการวัดความดันเลือดแดง โดยทางตรงและทางอ้อมด้วยวิธี Oscillometric ในเสือขณะสลบ

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

คณะผู้วิจัย

สุนทร เกียรติมานะกุล

อติชาต พรหมาสา

มาริษศักร์ กัลล์ประวิทธ์

โครงการเงินอุดหนุนโครงการวิจัยเงินทุนคณะ พ.ศ. 2543

คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ห้องสมุดกลาง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การศึกษาเปรียบเทียบการวัดความดันเลือดแดงโดยทางตรงและทางอ้อม ด้วยวิธี Oscillometric ในเสือขณะสลบ

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

สุนทร เกียรติมานะกุล อติชาต พรหมาสา มาริษศักร์ กัลล์ประวิทธ์

ห้องสมุด
คณะสัตวแพทยศาสตร์
ได้รับความอนุเคราะห์จาก
ฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ
เลขที่รับ 914
วันที่ 29 ตุลาคม 2545

SF81
.ส788
2543

การศึกษาเปรียบเทียบการวัดความดันเลือดแดงโดยทางตรงและทางอ้อม ด้วยวิธี Oscillometric ในเสือขณะสลบ

สุนทร เกียรติมานะกุล* อติชาต พรหมาสา* มาริษศักร์ กัลล์ประวิทย์*

Abstract

Soontorn Kiartmanakul* Atichat Brahmasa* Marissak Kalpravidh*

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

Direct and indirect arterial blood pressure measurements by oscillometric method were comparatively studied in twelve anesthetized healthy tigers of seven males and five females aging 4 ± 1.39 months and weighing 18 ± 10.65 kg. Tigers were anesthetized with ketamine, xylazine and atropine sulphate. Heart rate, systolic, diastolic and mean arterial blood pressures were recorded. Direct arterial blood pressures were measured at the dorsal metatarsal artery of the left hock while indirect blood pressure measurements by oscillometric method were made at the right hock and tail base. Means (± SD) of heart rates, systolic, diastolic and mean arterial blood pressures were 109 ± 16.27, 111 ± 30.63, 62 ± 28.86 and 81 ± 30.32 mm.Hg respectively. Direct systolic, diastolic and mean arterial blood pressures were significantly different ($p<0.05$) from those of indirect blood pressure measurements. However, they were correlated. High correlation was observed between direct and indirect systolic blood pressures measured at the right hock with $r = 0.80$, while moderate correlation was found between direct and indirect mean arterial blood pressures measured at the right hock with $r = 0.77$. Most of the correlation coefficients between direct and indirect blood pressures measured at the right hock were higher than the correlation coefficients between direct and indirect arterial blood pressures measured at the tail base. The results indicated that the indirect arterial blood pressure measurement at the right hock provided better estimates of systolic, diastolic and mean arterial blood pressures than the indirect blood pressure measurement at the tail base. However, there was no significant difference ($p>0.05$) between the indirect arterial blood pressures measured at the two sites. In group of mean arterial blood pressures below 60 mm.Hg, high correlation was observed between direct and indirect mean arterial blood pressures measured at the right hock with $r = 0.87$. In group of systolic pressures below 100 mm.Hg, moderate correlation was observed between direct and indirect systolic blood

* ภาควิชาศัลยศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

* Department of Veterinary Surgery , Faculty of Veterinary Medicine, Chulalongkorn University

r = 0.79 while high correlation was evident between direct and indirect mean arterial blood pressures with r = 0.87. The results indicated that the indirect blood pressure measurement by oscillometric method at the right hock of tigers gave better estimates of mean arterial blood pressure though the animal had mean arterial blood pressure lower than 60 mm.Hg or systolic arterial blood pressure lower than 100 mm.Hg.

KEY WORD : BLOOD PRESSURE / OSCILLOMETRIC / TIGERS

บทคัดย่อ

สุนทร เกียรติมานะกุล* อติชาต พรหมาสา* มาริษศักร์ กัลล์ประวิทธ์*

การศึกษาเปรียบเทียบการวัดความดันเลือดแดงโดยทางตรงและทางอ้อมด้วยวิธี Oscillometric ในเสือขณะสลบ

การศึกษาเปรียบเทียบการวัดความดันเลือดแดงโดยตรงและโดยทางอ้อมด้วยวิธี oscillometric ในเสือขณะสลบ โดยใช้เสือโคร่งสุขภาพดีจำนวน 12 ตัว เป็นเพศผู้ 7 ตัว และเพศเมีย 5 ตัว อายุเฉลี่ย 4 ± 1.39 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 18 ± 10.65 กก. วางยาสลบโดยใช้ ketamine, xylazine และ atropine sulphate รวมเข้มเดียวกันบริหารเข้ากล้ามเนื้อ จดบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันเลือดแดง systolic, diastolic และความดันเลือด แดงเฉลี่ย โดยวัดความดันเลือดแดงโดยตรงที่บริเวณข้อเท้าขาหลังซ้าย และวัดความดันเลือดแดงโดยทางอ้อมด้วยวิธี oscillometric ที่ข้อเท้าขาหลังขวา และที่โคนหาง ผลการศึกษาพบว่า เสือขณะสลบมีอัตราการเต้นของหัวใจ 109 ± 16.27 ความดันเลือดแดงที่วัดโดยตรงมีค่าเฉลี่ยของความดันเลือดแดง systolic เท่ากับ 111 ± 30.63 มม.ปรอท ของความดันเลือดแดง diastolic เท่ากับ 62 ± 28.86 มม.ปรอท และของความดันเลือดแดงเฉลี่ยเท่ากับ 81 ± 30.32 มม.ปรอท ความดันเลือดแดง systolic, diastolic และความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดโดยตรงแตกต่างจากที่วัดโดยทางอ้อมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่มีสหสัมพันธ์ต่อกัน ความดันเลือดแดง systolic ที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.80 ในขณะที่ความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.77 และพบว่า ส่วนใหญ่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างการวัดโดยตรงกับโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังมีค่าสูงกว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างการวัดโดยตรงกับการวัดโดยทางอ้อมที่โคนหาง และวิธีการวัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าให้ค่าใกล้เคียงกับค่าที่วัดโดยตรงมากกว่าวิธีการวัดโดยทางอ้อมที่โคนหาง แต่ความดันที่วัดโดยทางอ้อมที่ 2 ตำแหน่งดังกล่าวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ในกลุ่มความดันเลือดแดงเฉลี่ยต่ำกว่า 60 มม.ปรอท ความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.87 ส่วนในกลุ่มความดันเลือดแดง systolic ต่ำกว่า 100 มม.ปรอทความดันเลือดแดง systolic ที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.79 และความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.87 จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการวัดความดันเลือดแดงเฉลี่ยโดยทางอ้อมด้วยวิธี oscillometric ที่ข้อเท้าขาหลังให้ค่าประมาณที่สัมพันธ์กันมากกับความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดโดยตรงในเสือ และสามารถวัดได้ถึงแม้ว่าจะมีความดันเลือดแดงเฉลี่ยต่ำกว่า 60 มม.ปรอทหรือมี ความดันเลือดแดง systolic ต่ำกว่า 100 มม.ปรอท

คำสำคัญ : ความดันเลือด วิธีออสซิลโลเมตรี เสือ

บทนำ

การวางยาสลบเสือซึ่งเป็นสัตว์ป่าที่เหลือน้อยเพื่อทำศัลยกรรม จำเป็นต้องเฝ้าระวังอย่างใกล้ชิดเช่นเดียวกับสัตว์เลี้ยง ปรกติมักจะใช้วิธีตรวจดู reflex ต่าง ๆ แต่ความดันเลือดในหลอดเลือดแดงเป็นตัวสะท้อนการทำงานของหัวใจและการไหลเวียนเลือดได้ดีที่สุด และยังสามารถบอกระดับลึกของการสลบได้อีกด้วย ดังนั้นการวัดความดันเลือดจึงมีความสำคัญทั้งต่อการวินิจฉัยโรค การเฝ้าระวังสัตว์ขณะสลบและงานวิจัยต่าง ๆ ในปัจจุบัน การวัดความดันเลือดแดงสามารถแบ่งได้เป็น 2 วิธีคือ การวัดความดันเลือดโดยตรง และการวัดความดันเลือดโดยทางอ้อม การวัดความดันเลือดโดยตรง (direct artery blood pressure measurement) ซึ่งต้องสอดท่อเข้าหลอดเลือดเป็นวิธีวัดที่แม่นยำที่สุดเหมาะสำหรับงานวิจัย การผ่าตัดใหญ่ที่คาดว่าจะมีการเสียเลือดหรือสารน้ำมาก รายที่มีอาการ shock และรายที่ต้องเจาะเลือดเพื่อวิเคราะห์ blood gas บ่อยครั้ง แต่ค่อนข้างไม่สะดวกสำหรับปฏิบัติทั่วไปในคลินิก เนื่องจากสัตว์มีโอกาสติดเชื้อ เลือดคั่งนอกหลอดเลือด หรือเกิดก้อนลิ่มเลือดภายในหลอดเลือดได้ (Binns *et al.*, 1995) สัตว์ที่ไม่สลบจะได้รับความเจ็บปวด และไม่สามารถบังคับให้อยู่นิ่งขณะทำการวัดได้ ที่สำคัญคือผู้วัดต้องมีความชำนาญในการเจาะหลอดเลือดแดง (Hamlin *et al.*, 1982) การวัดความดันเลือดโดยทางอ้อม (indirect artery blood pressure measurement) จึงมีข้อดีกว่าการวัดความดันเลือดโดยตรงหลายประการ เช่น ไม่ทำให้เกิดบาดแผล สัตว์ไม่รู้สึกเจ็บ การวัดทำได้สะดวกและง่ายในทางปฏิบัติ ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเปรียบเทียบการวัดความดันเลือดโดยตรงที่หลอดเลือดแดงบริเวณข้อเท้าของขาหลังซ้ายกับการวัดความดันเลือดโดยทางอ้อมที่ 2 ตำแหน่งคือ ที่บริเวณข้อเท้าของขาหลังขวาและที่โคนหางของเสือขณะสลบเพื่อผ่าตัดถอดเล็บ

วัตถุประสงค์การวิจัย เพื่อศึกษาการวัดความดันเลือดแดงโดยทางอ้อม โดยวิธี oscillometry ซึ่งทำได้ง่ายและสะดวก เพื่อนำมาใช้แทนการวัดความดันเลือดแดงที่วัดโดยตรงที่ทำได้ค่อนข้างยากเพื่อเปรียบเทียบความดันเลือดแดงที่วัดโดยทางอ้อม โดยวิธี oscillometry ที่ข้อเท้าของขาหลังกับที่โคนหางเพื่อดูว่าตำแหน่งใดจะให้ค่าความดันเลือดแดงใกล้เคียงกับความดันเลือดแดงที่วัดโดยตรง และทำการสำรวจความดันเลือดแดงของเสือขณะสลบ

อุปกรณ์และวิธีการ

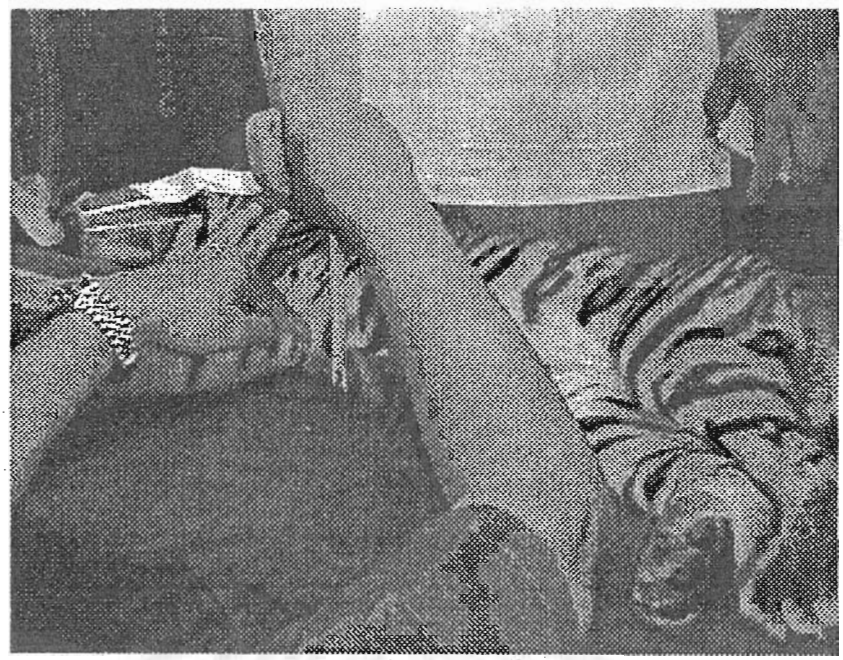
สัตว์ทดลอง

เสือโคร่ง จำนวน 12 ตัว อายุประมาณ 2-6 เดือน ไม่จำกัดเพศ มีสุขภาพดี น้ำหนักระหว่าง 8-35 กิโลกรัม

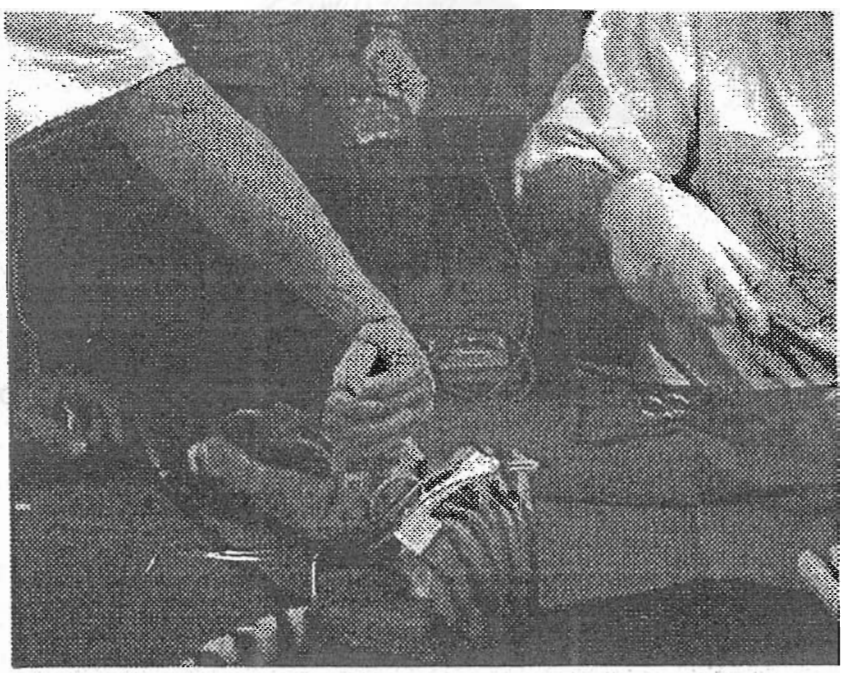
วิธีการ

เสือทุกตัวได้รับการงดอาหารและน้ำก่อนวางยาสลบเป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นวางยาสลบโดยใช้ ketamine hydrochloride 10 มก./กก. xylazine hydrochloride 1 มก./กก. และ atropine sulphate0.04 มก./กก. รวมเข็มเดียวกันบริหารเข้ากล้ามเนื้อ เมื่อสัตว์สลบแล้วจึงสอด endotracheal tube และคงระดับของการสลบ (maintenance of anesthesia) โดยให้ดม 0.5-3% halothane ร่วมกับ oxygen 100 มล/กก/นาที

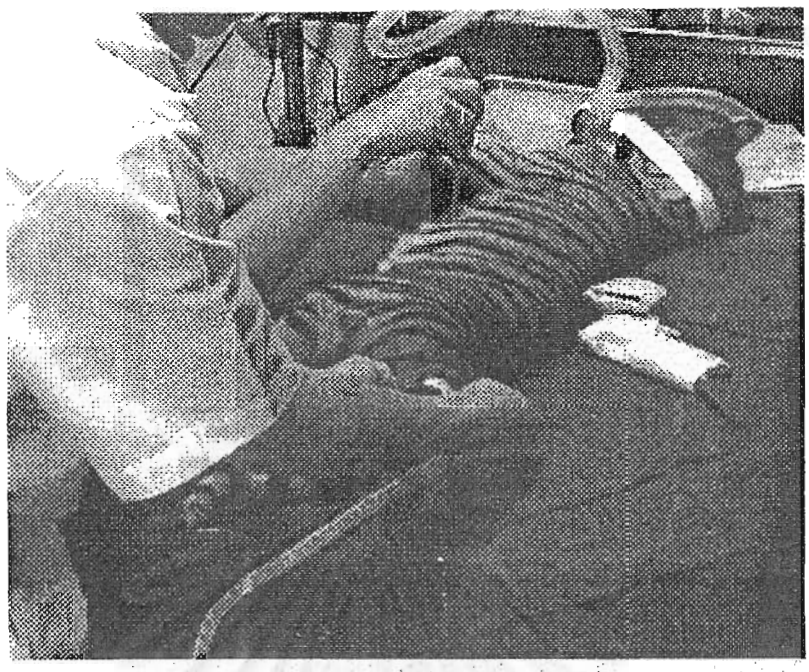
จัดให้สัตว์นอนตะแคง (lateral recumbency) วัดความสูงของระดับหัวใจที่กลางกระดูกอกเพื่อใช้ปรับระดับของ transducer (รูปที่ 1) วัดความสูงของข้อเท้าขาหลังและโคนหางจากพื้นซึ่งเป็นระดับของ cuff ที่วัดโดยทางอ้อม (รูปที่ 2) และวัดขนาดเส้นรอบข้อเท้าขาหลังและโคนหาง (รูปที่ 3-4) ทำการวัดความดันเลือดโดยตรง โดยเปิดผ่าผิวหนังบริเวณ dorsal metatarsus ของขาหลังซ้าย จนพบหลอดเลือดแดง dorsal metatarsal (รูปที่ 5 ก) สอด I.V.catheter ขนาดเบอร์ 21 ความยาว 1 ½ นิ้ว (รูปที่ 5 ข และ ค) เข้าในเส้นเลือดดังกล่าวแล้วต่อเข้ากับ pressure transducer ซึ่งต่อเข้ากับเครื่องวัดความดัน direct blood pressure (รูปที่ 6) ระหว่าง I.V. catheter และ transducer จะต่อ three ways stopcock ไว้เป็นที่สำหรับฉีดน้ำเกลือผสม heparin ขนาด 2 ไอยู/มล. ทุก ๆ 10 นาที เพื่อป้องกันเลือดแข็งตัวใน I.V. catheter ปรับระดับของ pressure transducer ให้อยู่ระดับเดียวกันกับระดับของแนวกระดูกอก (sternum) ซึ่งถือเป็นระดับเดียวกับหัวใจ (รูปที่ 7) ในตอนแรกต้องเปิด transducer ติดต่อกับอากาศภายนอก ขณะปรับค่าให้เป็นศูนย์แล้วจึงเริ่มทำการวัดความดันเลือด systolic diastolic ความดันเลือดแดงเฉลี่ย และอัตราการเต้นของหัวใจ



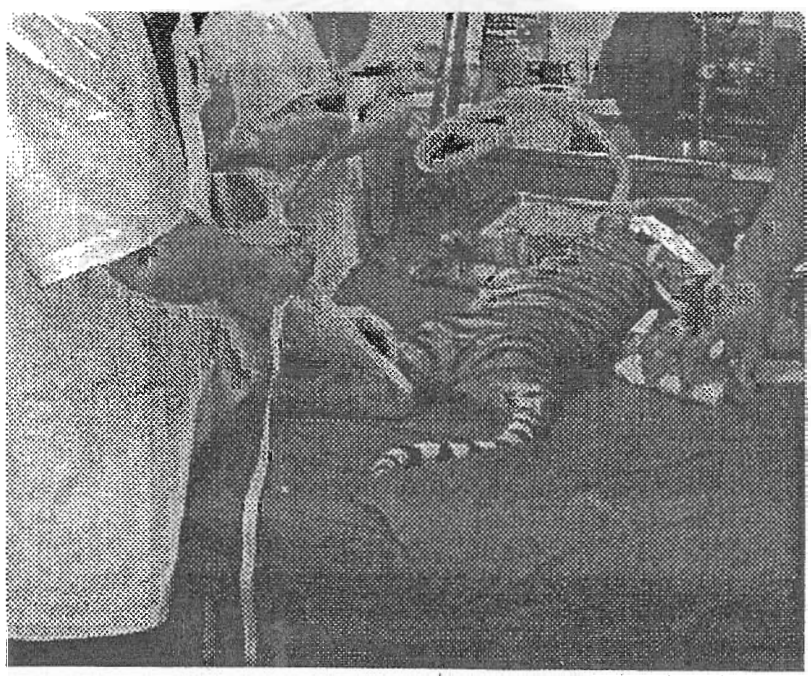
รูปที่ 1 การวัดความสูงของระดับหัวใจที่กลางกระดูกอก เพื่อใช้ตั้งระดับของ transducer



รูปที่ 2 การวัดความสูงของข้อเท้าและโคนหางจากพื้น
ซึ่งเป็นระดับของ cuff ที่วัดโดยทางอ้อม

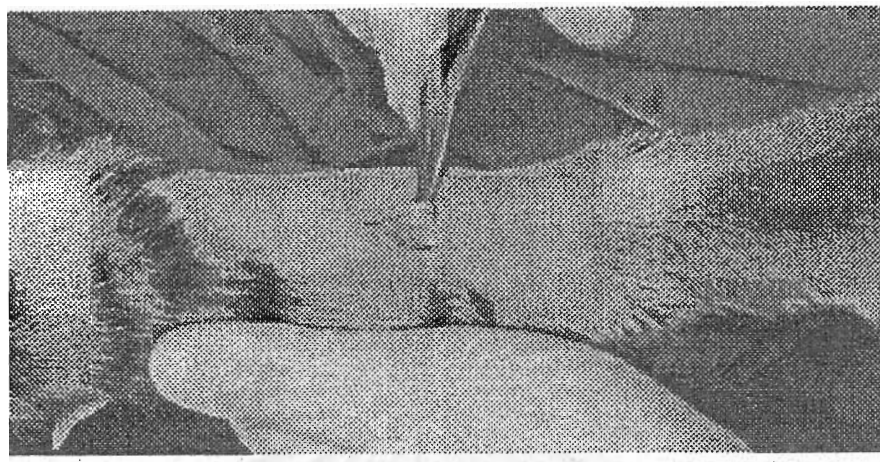


รูปที่ 3 การวัดขนาดเส้นรอบโคนหาง

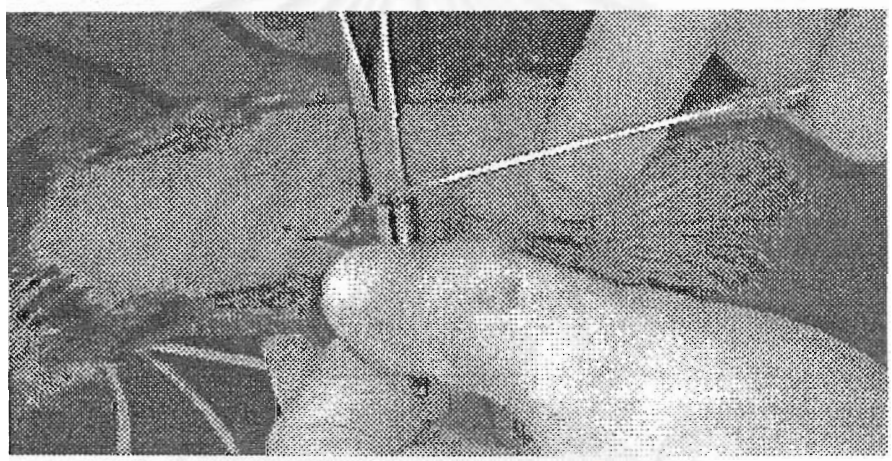


รูปที่ 4 การวัดขนาดเส้นรอบข้อเท้าขาหลัง

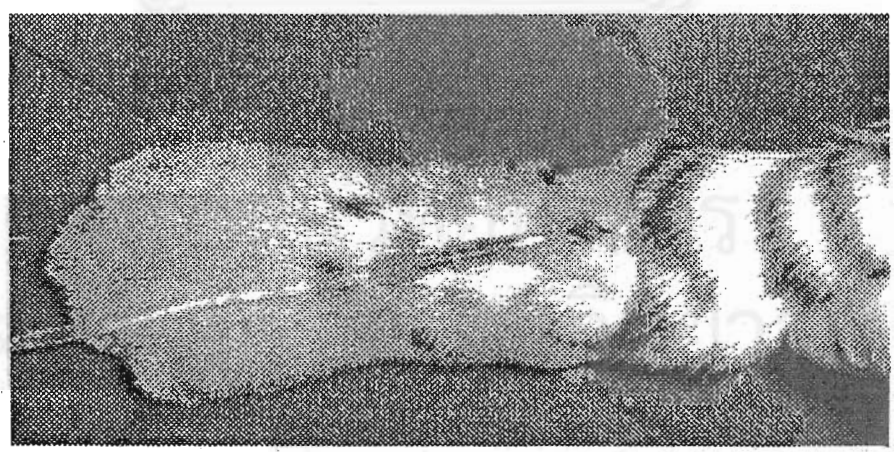
ก.



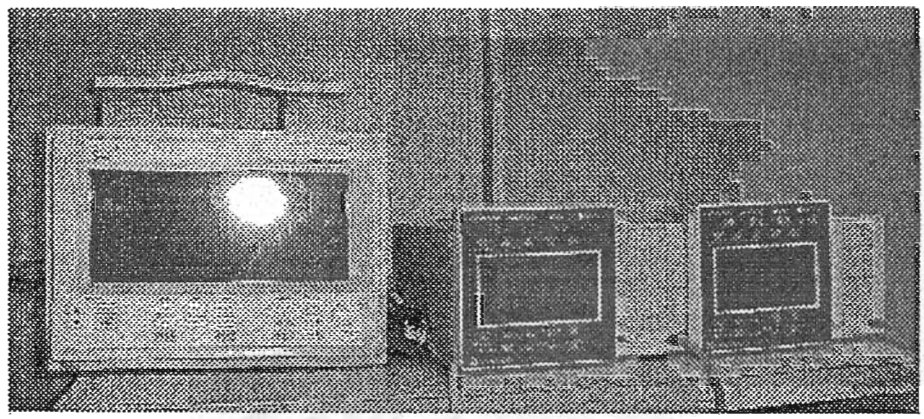
ข.



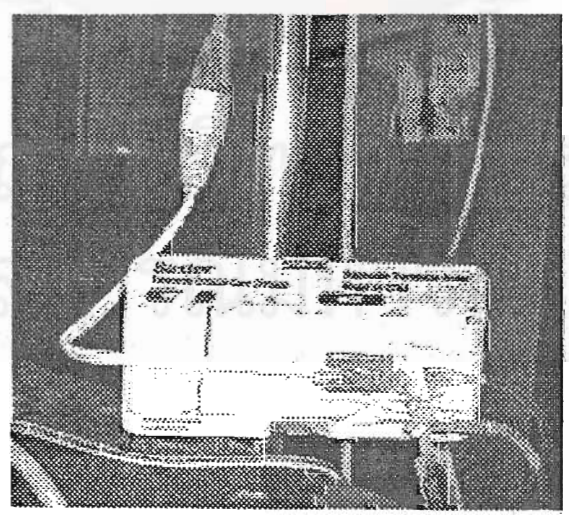
ค.



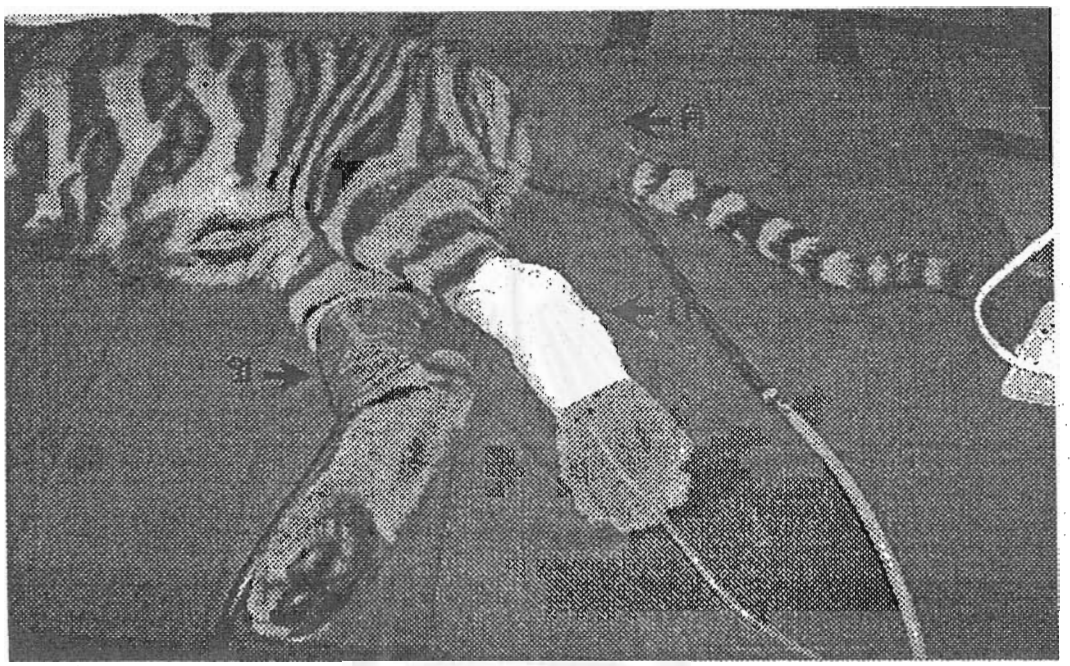
รูปที่ 5 การผ่าเปิดหลอดเลือดแดง metatarsal (ก) เพื่อสอด IV catheter (ข) ในการวัดความดันเลือดแดงโดยตรง (ค)



รูปที่ 6 เครื่องวัดความดันเลือดแดงโดยตรงและโดยทางอ้อม แบบ oscillometry



รูปที่ 7 Transducer วัดความดันเลือดแดงโดยตรง ซึ่งปรับให้อยู่ในระดับเดียวกับหัวใจหรือกึ่งกลาง sternum



รูปที่ 8 การวัดความดันเลือดแดงโดยตรงที่ข้อเท้าขาหลังซ้าย (ก) และการวัดความดันเลือดแดงโดยทางอ้อม โดยการรัด cuff ที่ข้อเท้าขาหลังขวาว (ข) และที่โคนหาง (ค)

วัดความดันเลือดโดยทางอ้อมที่ตำแหน่งแรก โดยใช้สายรัดที่มี cuff (ขนาด 8 x 28 ซม.) พันรอบข้อ tarsal ของขาหลังขวา โดยให้ cuff อยู่ทางด้าน dorsal ของข้อ tarsal แล้วต่อเข้ากับเครื่องวัดความดันเลือดแบบ oscillometry (รูปที่ 8) วัดความดันเลือดโดยทางอ้อมที่ตำแหน่งที่สอง โดยใช้สายรัดที่มี cuff (ขนาด 8 x 28 ซม.) พันรอบโคนหางโดยให้ cuff อยู่ทางด้าน ventral ของโคนหาง แล้วต่อเข้ากับเครื่องวัดความดันเลือดแบบ oscillometry (รูปที่ 8)

บันทึกข้อมูลการวัดความดันเลือดแดงในขณะเสือสลบโดยตรง และโดยทางอ้อมพร้อมกัน โดยวัดแต่ละครั้งห่างกัน 5 นาที ตลอดการผ่าตัดประมาณ 1 ชั่วโมง จดบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันเลือดแดง systolic diastolic และความดันเลือดแดงเฉลี่ย วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ paired t-test และวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างความดันเลือดแดงที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อม

ผล

การวัดความดันเลือดโดยตรงโดยสอดท่อเข้าในหลอดเลือดแดง metatarsal เปรียบเทียบกับการวัดความดันเลือดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังและที่โคนหางโดยใช้เครื่องวัดแบบ oscillometric ในเสือโคร่งขณะสลบจำนวน 12 ตัว เป็น เพศผู้ จำนวน 7 ตัว และเพศเมีย จำนวน 5 ตัว อายุระหว่าง 2-6 เดือน (เฉลี่ย 4 $\pm$ 1.39 เดือน) น้ำหนัก 8-35 กิโลกรัม (เฉลี่ย 18 $\pm$ 10.65 กิโลกรัม) มีความยาวเส้นรอบข้อเท้าขาหลัง 13-20 เซนติเมตร (เฉลี่ย 16 $\pm$ 2.22 เซนติเมตร) และมีความยาวเส้นรอบโคนหาง 10-16 เซนติเมตร (เฉลี่ย 13 $\pm$ 2.25 เซนติเมตร) ระดับของกลางกระดูก sternum ซึ่งใช้เป็นระดับของหัวใจและของ transducer สำหรับวัดความดันเลือดแดงโดยตรงอยู่เหนือจากพื้นโต๊ะ 3-6 เซนติเมตร (เฉลี่ย 5 $\pm$ 1.07 เซนติเมตร) ระดับ cuff ที่ข้อเท้าขาหลังขวาอยู่เหนือจากพื้นโต๊ะ 2.5-4.5 เซนติเมตร (เฉลี่ย 4 $\pm$ 0.64 เซนติเมตร) ส่วนระดับของ cuff ที่โคนหางอยู่สูงจากพื้นโต๊ะ 4-6 เซนติเมตร (เฉลี่ย 5 $\pm$ 0.65 เซนติเมตร) ดังแสดงในตารางที่ 1

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

<u>ส่วนที่ 1</u> การเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจและความดันเลือดแดงของเสือขณะสลบที่วัดโดยตรงและโดยทางอ้อม

<u>ส่วนที่ 2</u> ผลการเปรียบเทียบความดันเลือดแดงระหว่างการวัดโดยตรงกับการวัดโดยทางอ้อมและระหว่างการวัดโดยทางอ้อมที่ 2 ตำแหน่งขณะความดันเลือดต่ำ

ส่วนที่ 1 : <u>การเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจและความดันเลือดแดงของเสือขณะสลบที่วัดโดยตรงและโดยทางอ้อม</u>

การวัดอัตราการเต้นของหัวใจที่วัดโดยตรงและโดยทางอ้อม โดยวิธี oscillometric ที่ข้อเท้าของขาหลังกับที่โคนหาง จากการวัดจำนวน 256 ครั้ง พบว่า อัตราการเต้นของหัวใจที่ได้จากการวัดโดยตรง อยู่ระหว่าง 82-153 ครั้งต่อนาที (เฉลี่ย 109 ± 16.27 ครั้งต่อนาที) อัตราการเต้นของหัวใจที่วัดโดยทางอ้อมบริเวณข้อเท้าขาหลัง จำนวน 256 ครั้ง อยู่ระหว่าง 82-153 ครั้งต่อนาที (เฉลี่ย 109 ± 16.37 ครั้งต่อนาที) อัตราการเต้นของหัวใจที่วัดโดยทางอ้อมที่โคนหางอยู่ระหว่าง 82-155 ครั้งต่อนาที (เฉลี่ย 109 ± 16.30 ครั้งต่อนาที) ดังแสดงในตารางที่ 2

การวัดความดันเลือดแดง systolic โดยตรงและโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังกับที่โคนหาง จำนวน 256 ครั้ง พบว่า ความดันเลือดแดง systolic ที่วัดโดยตรงอยู่ระหว่าง 43-182 มม.ปรอท (เฉลี่ย 111 ± 30.63 มม.ปรอท) ความดันเลือดแดง systolic ที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังอยู่ระหว่าง 59-153 มม.ปรอท (เฉลี่ย 106 ± 23.83 มม.ปรอท) และความดันเลือดแดง systolic ที่วัดโดยทางอ้อมที่โคนหาง อยู่ในระหว่าง 49-164 มม.ปรอท (เฉลี่ย 98 ± 21.89 มม.ปรอท) ดังแสดงในตารางที่ 2 จากการวิเคราะห์ผลด้วย paired t-test และหาสหสัมพันธ์พบว่า ความดันเลือดแดง systolic ที่วัดโดยทางอ้อมแตกต่างจากที่วัดโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แสดงว่าความดันเลือดแดง systolic ที่วัดโดยทางอ้อมไม่ใช่ค่าที่แท้จริงของความดันเลือดแดง แต่มีสหสัมพันธ์ต่อกัน โดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความดันเลือดแดง systolic ระหว่างที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังมีค่าเท่ากับ 0.80 (ตารางที่ 3) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความดันเลือดแดง systolic ระหว่างที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่โคนหาง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.70 การวัดความดันเลือดแดง systolic โดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังได้ผลใกล้เคียงกับการวัดโดยตรงมากกว่าการวัดโดยทางอ้อมที่ โคนหาง อย่างไรก็ตามพบว่าความดันเลือดแดง systolic ที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังกับที่โคนหางมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.89

ผลการเปรียบเทียบความดันเลือดแดง diastolic ที่วัดโดยตรงและโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังกับที่โคนหาง จากการวัดจำนวน 256 ครั้ง พบว่า ความดันเลือดแดง diastolic ที่วัดโดยตรงอยู่ระหว่าง 26-129 มม.ปรอท (เฉลี่ย 62 ± 28.86 มม.ปรอท) ความดันเลือดแดง diastolic ที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลัง อยู่ระหว่าง 21-108 มม.ปรอท (เฉลี่ย 59 ± 19.28 มม.ปรอท) และความดันเลือดแดง diastolic วัดโดยทางอ้อมที่โคนหาง อยู่ระหว่าง 15-104 มม.ปรอท (เฉลี่ย 49 ± 18.57 มม.ปรอท) ดังแสดงในตารางที่ 2 จากการวิเคราะห์ด้วย paired t-test และหาสหสัมพันธ์ พบว่า ความดันเลือดแดง diastolic ที่วัดโดยทางอ้อมแตกต่างจากที่วัดโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แสดงว่าความดันเลือดแดง diastolic ที่วัดโดยทางอ้อมไม่ใช่ค่าที่แท้จริง

ของความดันเลือดแดง diastolic แต่มีสหสัมพันธ์ต่อกัน โดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความดันเลือดแดง diastolic ระหว่างที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังมีค่าเท่ากับ 0.70 (ตารางที่ 3) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความดันเลือดแดง diastolic ระหว่างที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่โคนหาง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.76 และพบว่าความดันเลือดแดง diastolic ที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังกับที่โคนหางมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.89

ผลการเปรียบเทียบความดันเลือดแดงเฉลี่ย (mean arterial blood pressure) ที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังและที่โคนหาง จำนวน 256 ครั้ง พบว่า ความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดโดยตรงอยู่ระหว่าง 37 – 151 มม.ปรอท (เฉลี่ย 81 $\pm$ 30.32 มม.ปรอท) ความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังอยู่ระหว่าง 37-123 มม.ปรอท (เฉลี่ย 77 $\pm$ 21.02 มม.ปรอท) และความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดโดยทางอ้อมที่โคนหาง อยู่ระหว่าง 27-116 มม. ปรอท (เฉลี่ย 67 $\pm$ 19.08 มม.ปรอท) ดังแสดงในตารางที่ 2 จากการวิเคราะห์ผลด้วย paired t-test และหาสหสัมพันธ์ พบว่า ความดันเลือดแดงเฉลี่ย ที่วัดโดยทางอ้อมแตกต่างจากที่วัดโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แสดงว่าความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดโดยทางอ้อมไม่ใช่ค่าที่แท้จริงของความดันเลือดแดงเฉลี่ย แต่มีสหสัมพันธ์ต่อกัน โดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความดันเลือดแดงเฉลี่ยระหว่างที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังมีค่าเท่ากับ 0.77 (ตารางที่ 3) และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความดันเลือดแดงเฉลี่ยระหว่างที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่โคนหางมีค่าเท่ากับ 0.77 และพบว่าความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังกับที่โคนหางมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.93

การวิเคราะห์ข้อมูลความดันเลือดแดงจากการวัด 256 ครั้ง โดยรวมพบว่า ความดันเลือดแดง systolic ที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.80 โดยมีสมการคำนวณหาความดันเลือดแดง systolic จริง $y = 0.62x + 37.64$ ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 9 ส่วนความดันเลือดแดง systolic ที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่โคนหางมีสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.70 โดยมีสมการคำนวณหาความดันเลือดแดง systolic จริง $y = 0.50x + 42.93$ ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 10 ในขณะที่ความดันเลือดแดง systolic ที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังกับที่โคนหางมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.89 ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 11

ความดันเลือดแดง diastolic ที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.70 โดยมีสมการคำนวณหาความดันเลือดแดง diastolic จริง $y = 0.47x + 30.06$ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 12 ส่วนความดันเลือดแดง diastolic ที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่โคนหางมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.76 โดยมีสมการคำนวณหา

ความดันเลือดแดง diastolic จริง $y = 0.49x + 18.39$ ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 13 ในขณะที่ความดันเลือดแดง diastolic ที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังกับที่โคนหางมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.89 ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 14

ความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.77 โดยมีสมการคำนวณหาความดันเลือดแดงเฉลี่ยจริง $y = 0.53x + 33.85$ ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 15 ส่วนความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่โคนหางมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.77 โดยมีสมการคำนวณหาความดันเลือดแดงเฉลี่ยจริง $y = 0.49x + 27.29$ ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 16 ในขณะที่ความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังกับที่โคนหางมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.93 ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 17

ส่วนที่ 2 : <u>ผลการเปรียบเทียบความดันเลือดแดงระหว่างการวัดโดยตรงกับการวัดโดยทางอ้อมและระหว่างการวัดโดยทางอ้อมที่ 2 ตำแหน่ง ขณะความดันเลือดต่ำ</u>

สัตว์ขณะสลบส่วนใหญ่จะมีความดันเลือดแดงต่ำกว่าขณะรู้สึกตัว ดังนั้น ในการทดสอบความสามารถของวิธีการวัดโดยทางอ้อมขณะที่เสือมีความดันเลือดต่ำ จึงวิเคราะห์ข้อมูลใน 2 กลุ่มความดันคือ กลุ่มความดันเลือดแดงเฉลี่ยต่ำกว่า 60 มม.ปรอท และกลุ่มความดันเลือดแดง systolic ต่ำกว่า 100 มม.ปรอท เนื่องจากความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดโดยทางอ้อมต่ำสุดซึ่งวัดที่โคนหางมีค่า 67 ± 19.08 มม.ปรอท และความดันเลือดแดง systolic ที่วัดโดยทางอ้อมต่ำสุดซึ่งวัดที่โคนหางมีค่า 98 ± 21.89 มม.ปรอท

<u>กลุ่มความดันเลือดแดงเฉลี่ย ต่ำกว่า 60 มม.ปรอท</u>

จากการวัดความดันเลือดแดง 70 ครั้ง และวิเคราะห์ด้วย paired t-test และหาสหสัมพันธ์ พบว่า ความดันเลือดแดง systolic, diastolic และความดันเลือดเฉลี่ย ที่วัดโดยทางอ้อมแตกต่างจากที่วัดโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แสดงว่าความดันเลือดแดงที่วัดโดยทางอ้อมไม่ใช่ค่าความดันเลือดแดงที่แท้จริง แต่มีสหสัมพันธ์ต่อกัน โดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความดันเลือดแดง systolic ระหว่างที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังมีค่าเท่ากับ 0.67 เช่นเดียวกับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความดันเลือดแดง systolic ระหว่างที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่โคนหางซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.67 ส่วนความดันเลือดแดง systolic ที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังกับที่โคนหางมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.80 ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 18

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความดันเลือดแดง diastolic ระหว่างที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังมีค่าเท่ากับ 0.74 ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 19 ส่วนความดันเลือดแดง diastolic ที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่โคนหางมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.57 ในขณะที่ความดันเลือดแดง diastolic ที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังกับที่โคนหางมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.68 ดังแสดงในตารางที่ 3

ความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.87 โดยมีสมการคำนวณหาความดันเลือดแดงเฉลี่ยจริง $y = 2.15x + 46.87$ ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 20 ในขณะที่ความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อม ที่โคนหางมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.67 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความดันเลือดแดงเฉลี่ย ระหว่างที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังกับที่โคนหางมีค่าเท่ากับ 0.82 ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 21

<u>กลุ่มความดันเลือดแดง systolic ต่ำกว่า 100 มม.ปรอท</u>

จากการวัด 98 ครั้ง ความดันเลือดแดง systolic ที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.79 โดยมีสมการคำนวณหาความดันเลือดแดง systolic จริง $y = 1.34x + 21.41$ ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 22 ส่วนความดันเลือดแดง systolic ที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่โคนหางมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.76 โดยมีสมการคำนวณหาความดันเลือดแดง systolic จริง $y = 1.17x + 11.45$ ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 23 ส่วนความดันเลือดแดง systolic ที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังกับที่โคนหางมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.88 ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 24

ความดันเลือดแดง diastolic ที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.68 ส่วนความดันเลือดแดง diastolic ที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่โคนหางมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.60 ในขณะที่ความดันเลือดแดง diastolic ที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังกับที่โคนหางมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.80 ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 25

ความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.87 โดยมีสมการคำนวณหาความดันเลือดแดงเฉลี่ยจริง $y = 1.58x + 21.47$ ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 26 ส่วนความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดโดยตรงกับที่วัดโดยทางอ้อมที่โคนหางมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.76 โดยมีสมการคำนวณหาความดันเลือดแดงเฉลี่ยจริง $y = 1.07x + 4.00$ ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 27 ในขณะที่ความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังกับที่โคนหางมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.90 ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 28

ตารางที่ 1 ข้อมูลเสือที่ศึกษา

จำนวนตัว	12
เพศผู้	7
เพศเมีย	5
อายุ (เดือน)	2-6
อายุเฉลี่ย $\pm$ SD (เดือน)	4 $\pm$ 1.39
น้ำหนัก (กก.)	8-35
น้ำหนักเฉลี่ย $\pm$ SD (กก.)	18 $\pm$ 10.65
เส้นรอบข้อเท้าขาหลัง (ซม.)	13-20
เส้นรอบวงของข้อเท้าขาหลังเฉลี่ย $\pm$ SD (ซม.)	16 $\pm$ 2.22
เส้นรอบโคนหาง (ซม.)	10-16
เส้นรอบโคนหางเฉลี่ย $\pm$ SD (ซม.)	13 $\pm$ 2.25
ระดับของหัวใจ ประมาณกึ่งกลาง sternum (ซม.)	3-6
ระดับของหัวใจเฉลี่ย $\pm$ SD (ซม.)	5 $\pm$ 1.07
ระดับ cuff ที่ข้อเท้าขาหลังขวา (ซม.)	2.5-4.5
ระดับเฉลี่ย $\pm$ SD (ซม.)	4 $\pm$ 0.64
ระดับ cuff ที่โคนหาง (ซม.)	3-5
ระดับเฉลี่ย $\pm$ SD ซม.)	4 $\pm$ 0.65

ตารางที่ 2 อัตราการเต้นของหัวใจและความดันเลือดแดงของเสือขณะสลบที่วัดโดยตรง และโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าและที่โคนหาง

	จำนวนข้อมูล	การวัดโดยตรง		การวัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้า		การวัดโดยทางอ้อมที่โคนหาง	
อัตราการเต้นของหัวใจ (เฉลี่ย ± SD) (ครั้ง/นาที)	256	82 – 153	(109 ± 16.27)*	82 – 153	(109 ± 16.37)	82 - 155	(109 ± 16.30)
ความดันเลือดแดง (มม.ปรอท)							
Systolic (เฉลี่ย ± SD)	256	43 – 182	(111 ± 30.63)*	59 – 153	(106 ± 23.83)	49 - 164	(98 ± 21.89)
Diastolic (เฉลี่ย ± SD)	256	26 – 129	(62 ± 28.86)	21 – 108	(59 ± 19.28)	15 - 104	(49 ± 18.57)
Mean (เฉลี่ย ± SD)	256	37 – 151	(81 ± 30.32)	37 – 123	(77 ± 21.02)	27 - 116	(67 ± 19.08)

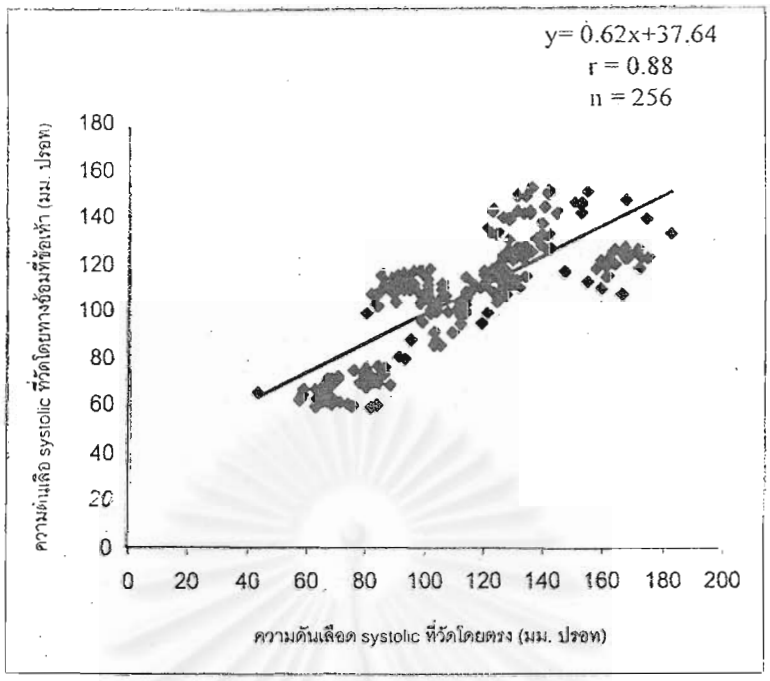
* ค่าเฉลี่ย ± ค่าคลาดเคลื่อนมาตราฐาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

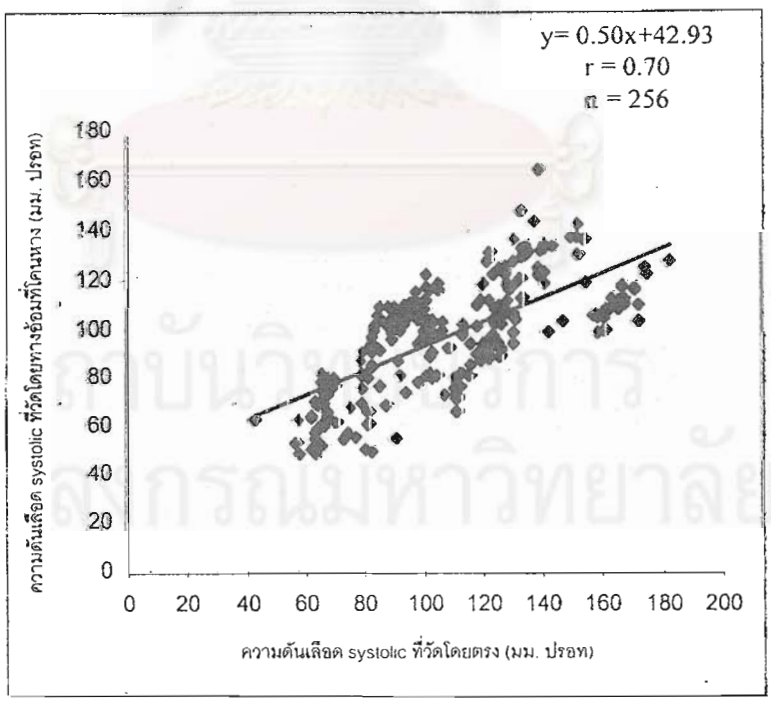
ตารางที่ 3 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ความดันเลือดแดงระหว่างการวัดโดยตรงกับโดยทางอ้อมและระหว่างการวัดโดยทางอ้อมที่ 2 ตำแหน่ง

	จำนวนข้อมูล	r ระหว่างการวัดโดยตรงกับวัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลัง	r ระหว่างการวัดโดยตรงกับวัดโดยทางอ้อมที่โคนหาง	r ระหว่างการวัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังกับที่โคนหาง
ความดันเลือดแดงไม่จำแนกช่วง				
- 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
กลุ่มความดันเลือดแดง Systolic ต่ำกว่า 100 มม.ปรอท				
- Systolic	98	0.79	0.76	0.88
- Diastolic	98	0.68	0.60	0.80
- Mean	98	0.87	0.76	0.90

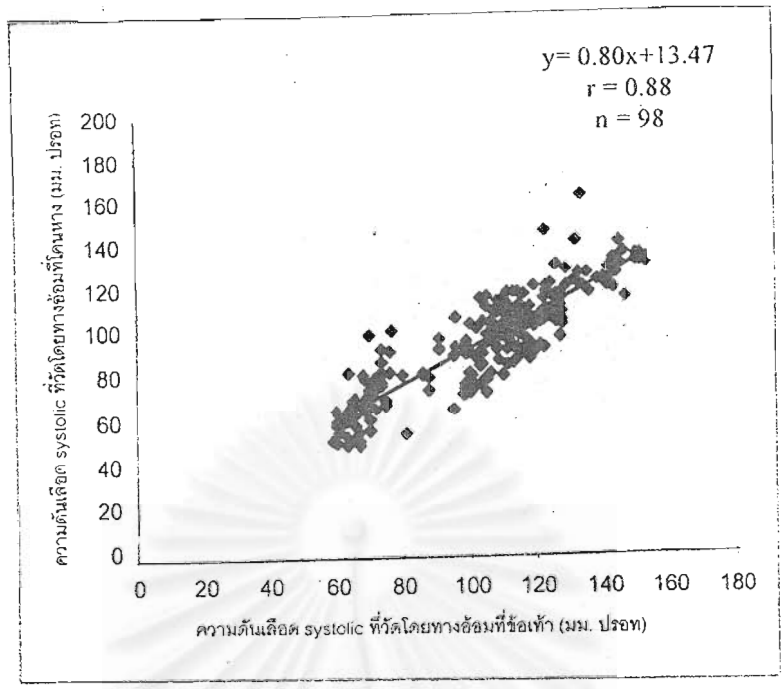
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



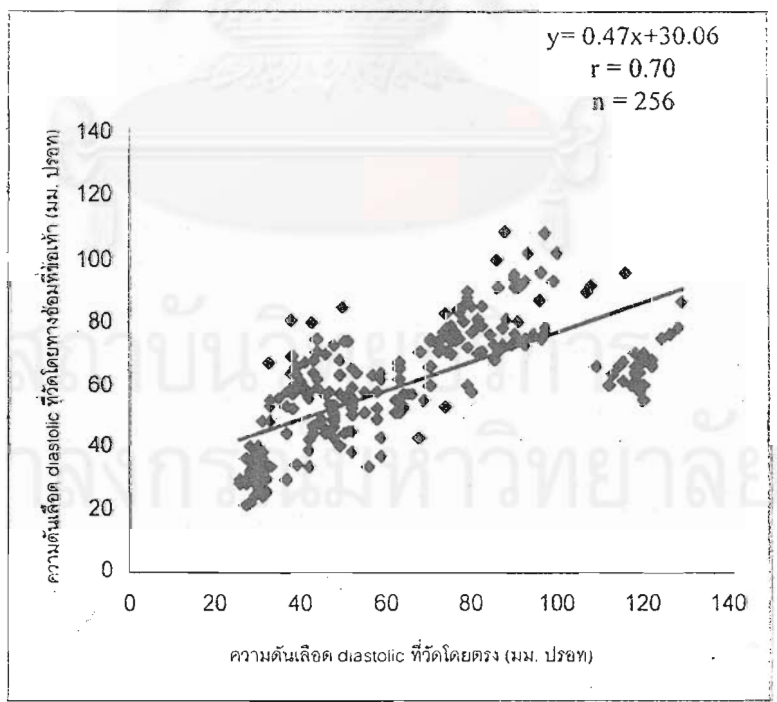
รูปที่ 9 สหสัมพันธ์ระหว่างความดันเลือด systolic ที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้า และที่วัดโดยตรง ขณะไม่จำแนกช่วงของความดันเลือด



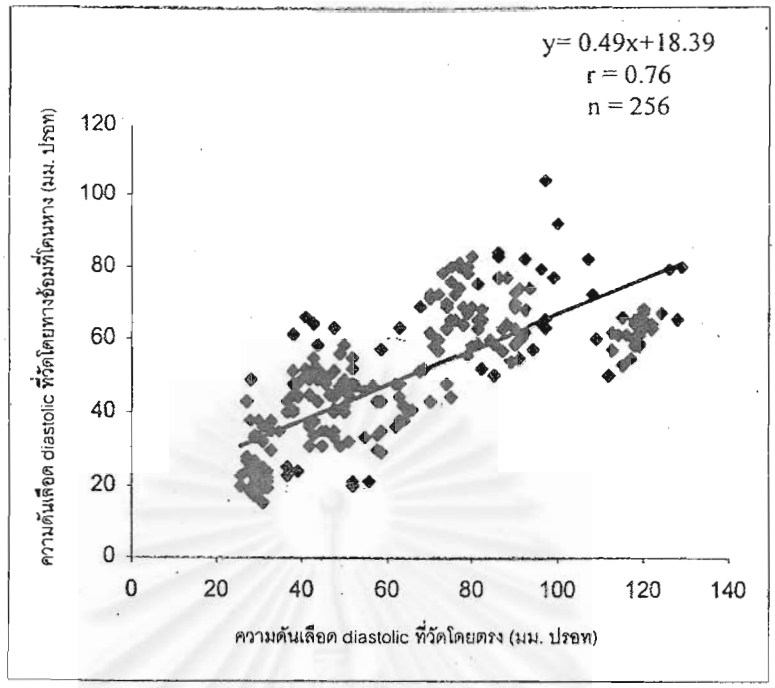
รูปที่ 10 สหสัมพันธ์ระหว่างความดันเลือด systolic ที่วัดโดยทางอ้อมที่โคนหาง และที่วัดโดยตรง ขณะไม่จำแนกช่วงของความดันเลือด



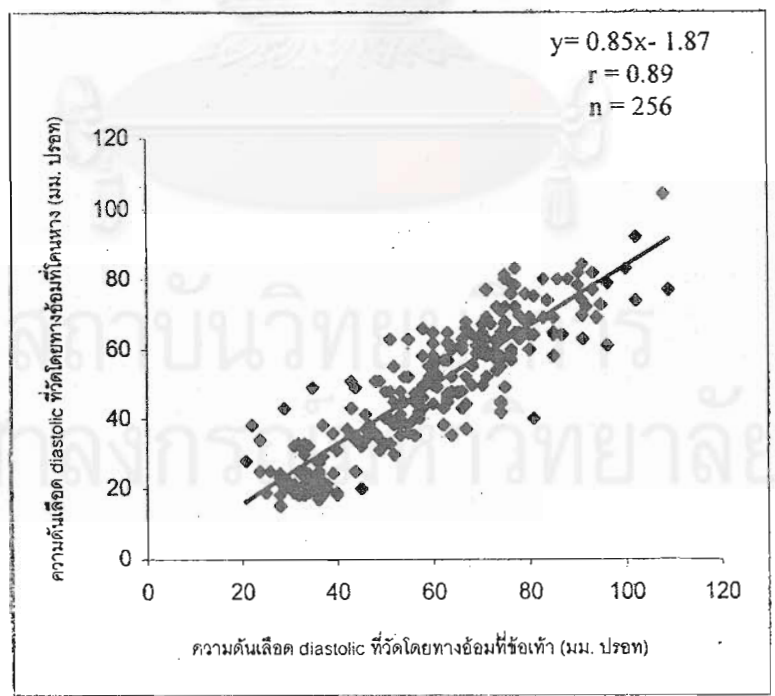
รูปที่ 11 สหสัมพันธ์ระหว่างความดันเลือด systolic ที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้า และที่โคนหาง ขณะไม่จำแนกช่วงของความดันเลือด



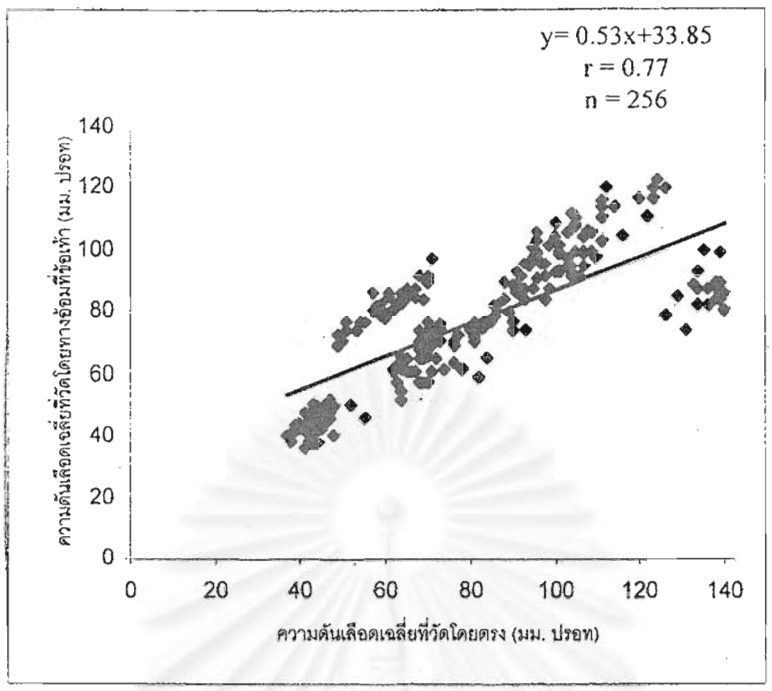
รูปที่ 12 สหสัมพันธ์ระหว่างความดันเลือด diastolic ที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้า และที่วัดโดยตรง ขณะไม่จำแนกช่วงของความดันเลือด



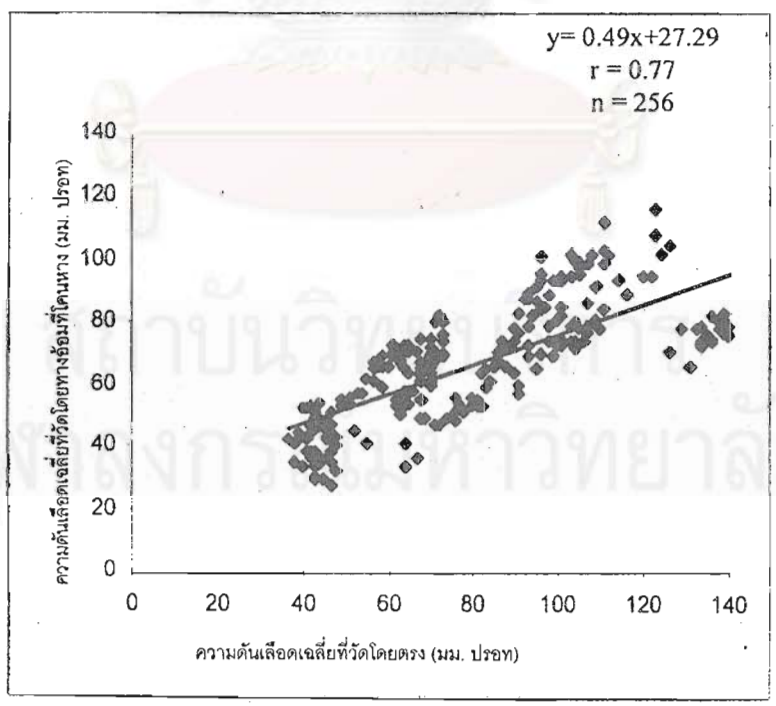
รูปที่ 13 **สหสัมพันธ์ระหว่างความดันเลือด diastolic ที่วัดโดยทางอ้อมที่โคนหาง และที่วัดโดยตรง ขณะไม่จำแนกช่วงของความดันเลือด**



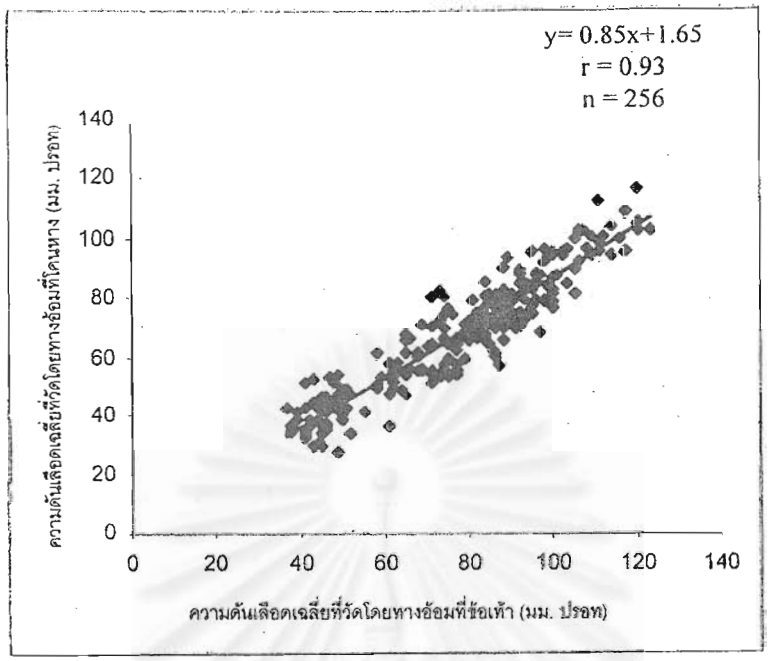
รูปที่ 14 **สหสัมพันธ์ระหว่างความดันเลือด diastolic ที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้า และที่โคนหาง ขณะไม่จำแนกช่วงของความดันเลือด**



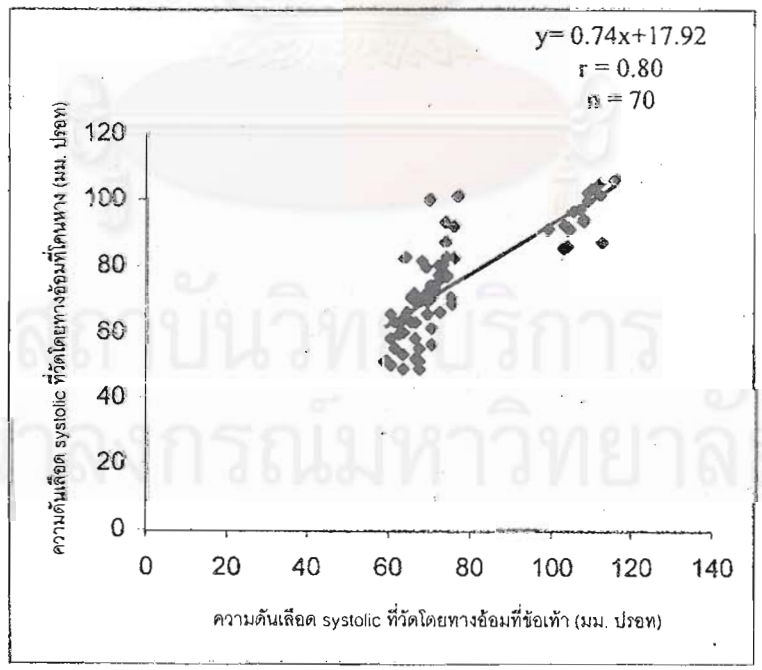
รูปที่ 15 สหสัมพันธ์ระหว่างความดันเลือดเฉลี่ยที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้า และที่วัดโดยตรง ขณะไม่จำแนกช่วงความดันเลือด



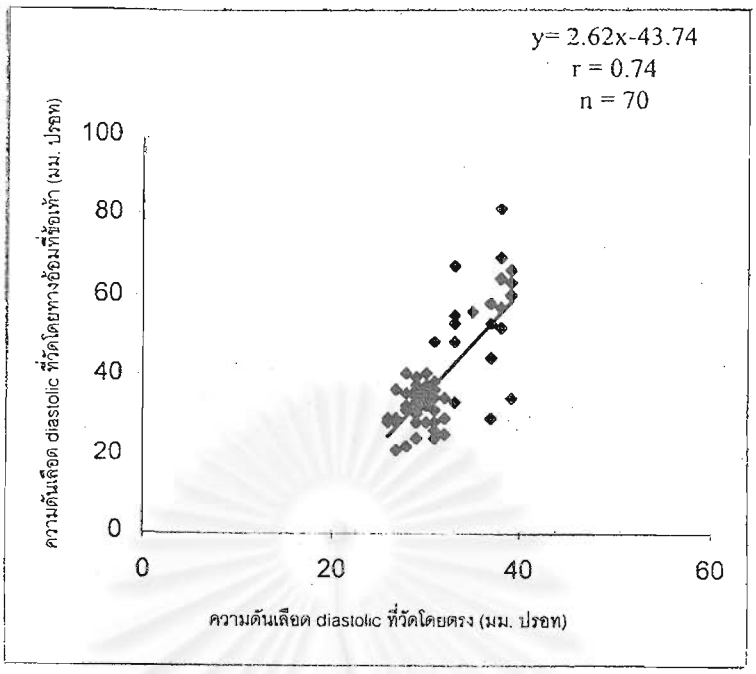
รูปที่ 16 สหสัมพันธ์ระหว่างความดันเลือดเฉลี่ยที่วัดโดยทางอ้อมที่โคนหาง และที่วัดโดยตรง ขณะไม่จำแนกช่วงของความดันเลือด



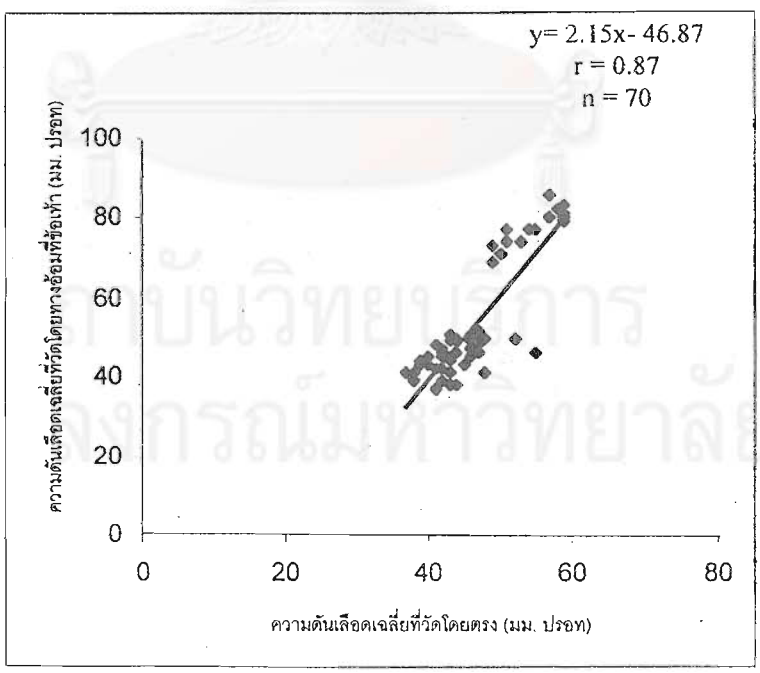
รูปที่ 17 สหสัมพันธ์ระหว่างความดันเลือดเฉลี่ยที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้า และที่โคนหาง ขณะไม่จำแนกช่วงของความดันเลือด



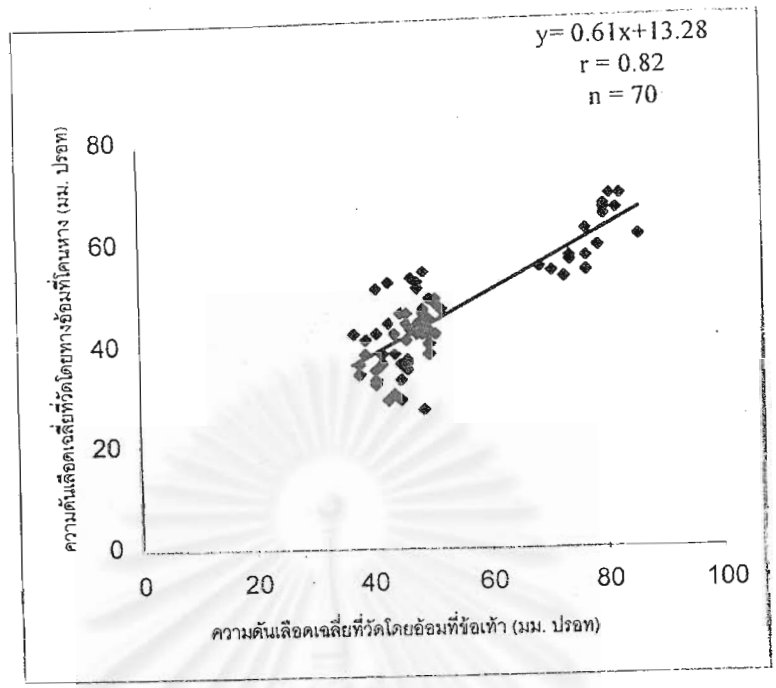
รูปที่ 18 สหสัมพันธ์ระหว่างความดันเลือด systolic ที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้า และที่โคนหาง ขณะมีความดันเลือดเฉลี่ยต่ำกว่า 60 มม. ปรอท



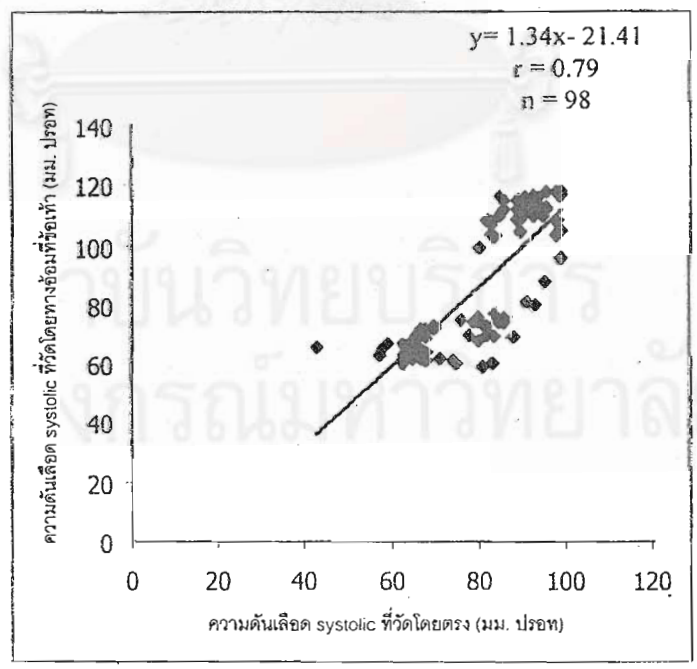
รูปที่ 19 สหสัมพันธ์ระหว่างความดันเลือด diastolic ที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้า และที่วัดโดยตรง ขณะมีความดันเลือดเฉลี่ยต่ำกว่า 60 มม. ปรอท



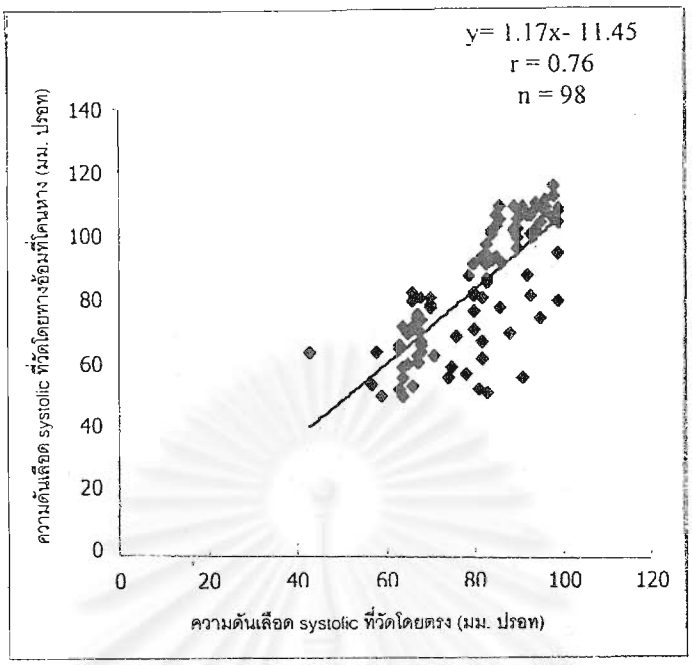
รูปที่ 20 สหสัมพันธ์ระหว่างความดันเลือดเฉลี่ยที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้า และที่วัดโดยตรง ขณะมีความดันเลือดเฉลี่ยต่ำกว่า 60 มม. ปรอท



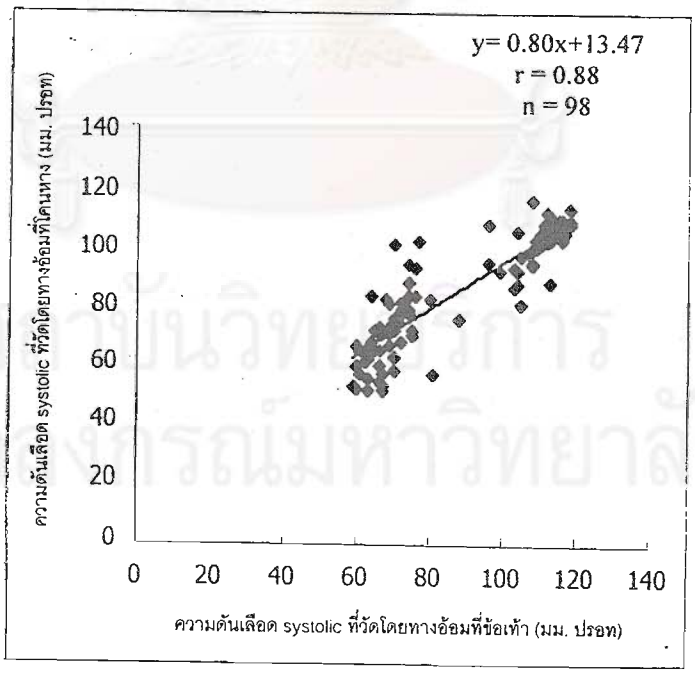
รูปที่ 21 สหสัมพันธ์ระหว่างความดันเลือด diastolic ที่วัดโดยทางข้อมที่ข้อเท้า และที่โคนหาง ขณะมีความดันเลือดเฉลี่ยต่ำกว่า 60 มม. ปรอท



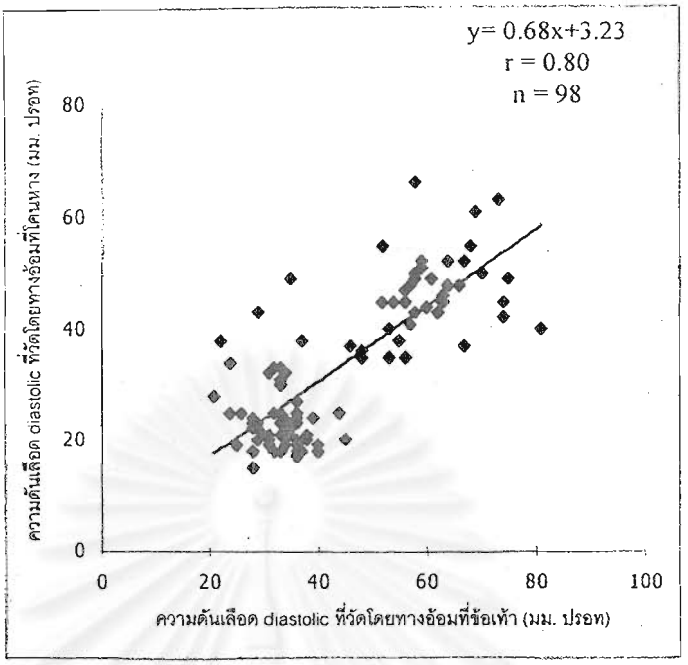
รูปที่ 22 สหสัมพันธ์ระหว่างความดันเลือด systolic ที่วัดโดยทางข้อมที่ข้อเท้า และที่วัดโดยตรง ขณะมีความดันเลือด systolic ต่ำกว่า 100 มม. ปรอท



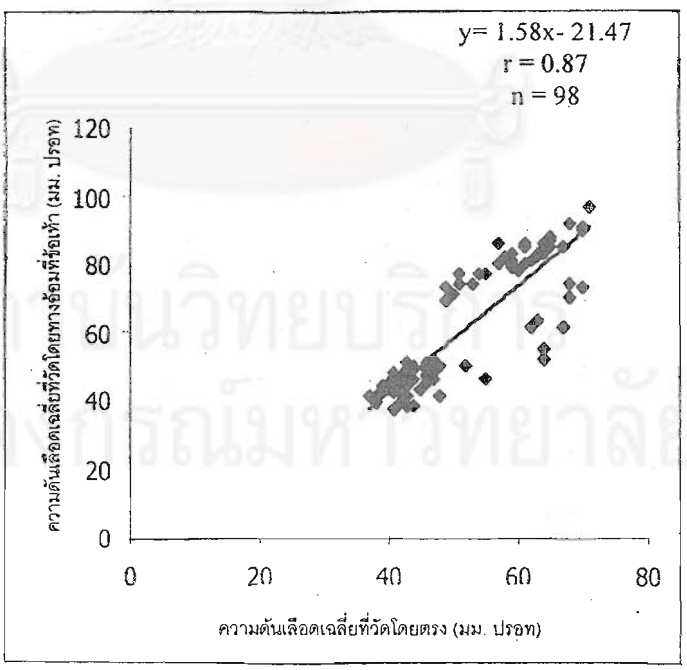
รูปที่ 23 สหสัมพันธ์ระหว่างความดันเลือด systolic ที่วัดโดยทางอ้อมที่โคนหาง และที่วัดโดยตรง ขณะมีความดันเลือด systolic ต่ำกว่า 100 มม. ปรอท



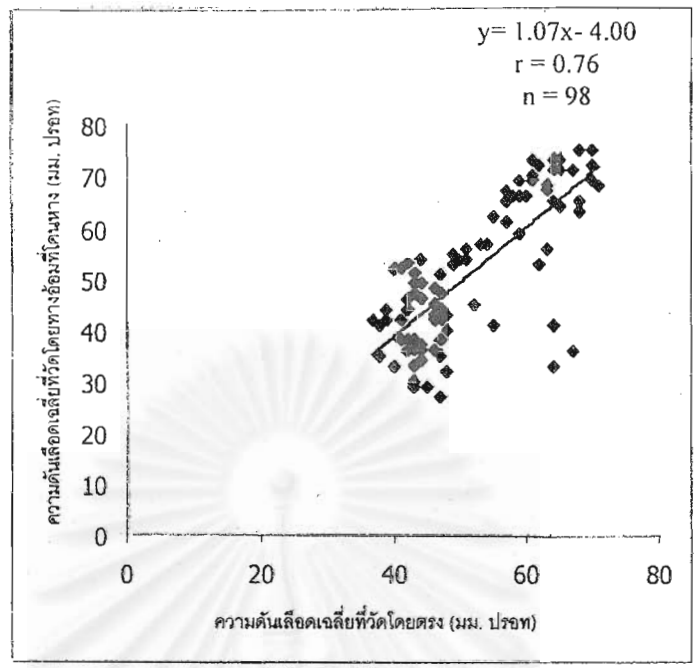
รูปที่ 24 สหสัมพันธ์ระหว่างความดันเลือด systolic ที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้า และที่โคนหาง ขณะมีความดันเลือด systolic ต่ำกว่า 100 มม. ปรอท



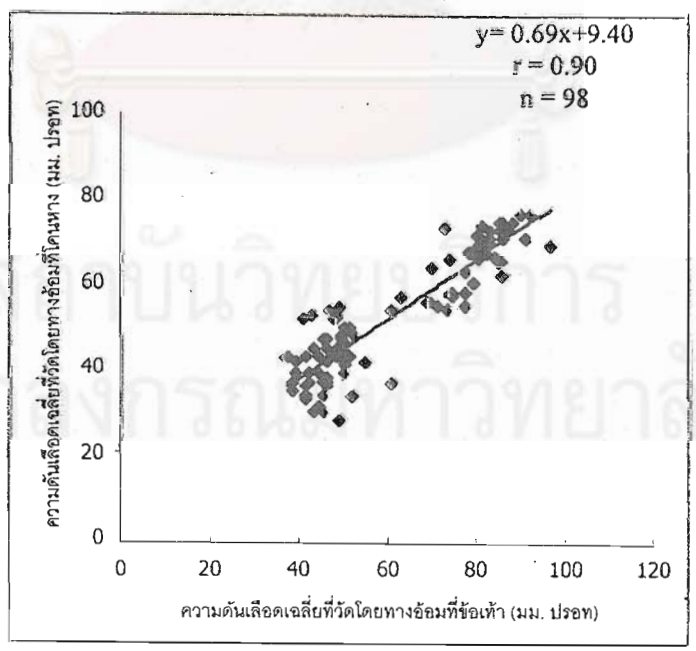
รูปที่ 25 สหสัมพันธ์ระหว่างความดันเลือด diastolic ที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้า และที่โคนหาง ขณะมีความดันเลือด systolic ต่ำกว่า 100 มม. ปรอท



รูปที่ 26 สหสัมพันธ์ระหว่างความดันเลือดเฉลี่ยที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้า และที่วัดโดยตรง ขณะมีความดันเลือด systolic ต่ำกว่า 100 มม. ปรอท



รูปที่ 27 สหสัมพันธ์ระหว่างความดันเลือดเฉลี่ยที่วัดโดยทางอ้อมที่โคนหาง และที่วัดโดยตรง ขณะมีความดันเลือด systolic ต่ำกว่า 100 มม. ปรอท



รูปที่ 28 สหสัมพันธ์ระหว่างความดันเลือดเฉลี่ยที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้า และที่โคนหาง ขณะมีความดันเลือด systolic ต่ำกว่า 100 มม. ปรอท

วิจารณ์

ปัจจุบันเสือเป็นสัตว์ป่าที่มีจำนวนลดน้อยลง เนื่องจากสาเหตุต่าง ๆ เช่น ที่อยู่และสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม ขาดอาหาร ปัญหาการผสมพันธุ์ และการเจ็บป่วย ซึ่งการรักษาทำได้ค่อนข้างลำบากเนื่องจากเป็นสัตว์ดุร้าย ในการรักษาเสือทางศัลยกรรม จำเป็นต้องวางยาสลบและต้องมีการเฝ้าระวังอย่างใกล้ชิด เช่นเดียวกับสัตว์ประเภทอื่น เพื่อป้องกันการสูญเสียชีวิตจากการวางยาสลบ ความดันเลือดในหลอดเลือดแดงสะท้อนการทำงานของหัวใจและระบบไหลเวียนเลือดได้ดีที่สุด และยังสามารถบอกระดับความลึกของการสลบได้อีกด้วย อีกทั้งเป็นสัญญาณเตือนสัตวแพทย์ให้ระมัดระวังและเตรียมพร้อมที่จะให้การแก้ไขได้ทันท่วงทีในกรณีเกิดความผิดปกติ การวัดความดันเลือดแดงยังมีความสำคัญต่อการวินิจฉัยโรค การเฝ้าระวังสัตว์ขณะสลบและงานวิจัยต่าง ๆ ในปัจจุบันการวัดความดันเลือดแดงโดยตรงเป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นวิธีที่วัดความดันเลือดแดงได้ดีที่สุด แต่ทำได้ค่อนข้างยากและไม่สะดวกสำหรับปฏิบัติในคลินิกทั่วไป ดังนั้น จึงควรใช้วิธีการวัดโดยทางอ้อมซึ่งทำได้สะดวกและง่าย วิธีการวัดความดันเลือดโดยทางอ้อมมีหลายวิธี ในม้า การวัดความดันเลือดทางอ้อมสามารถทำได้โดยวิธี palpation, auscultation, doppler ultrasound และ oscillometry (Parry *et al.*, 1992) การวัดความดันเลือดโดยวิธี oscillometry เป็นการวัดความเปลี่ยนแปลงของเส้นผ่าศูนย์กลางของหลอดเลือด ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงความดันภายในหลอดเลือด การเปลี่ยนแปลงแต่ละขณะสร้างสัญญาณความสั่นสะเทือนที่มีความถี่ต่างกัน ตัวรับสัญญาณอยู่ที่ cuff bladder สัญญาณถูกส่งผ่าน transducer แล้วแสดงผลเป็น oscillograph ซึ่งสามารถบันทึกและแปรผลด้วยคอมพิวเตอร์ (Meldrum, 1978) มีรายงานการใช้วิธี oscillometry วัดความดันเลือดโดยทางอ้อมเปรียบเทียบกับการวัดความดันเลือดโดยตรงที่หลอดเลือดแดง facial และ dorsal metatarsal ในม้า พบว่ามีความสัมพันธ์กันระหว่างความดันเลือดที่วัดโดยทางอ้อมและความดันเลือดที่วัดโดยตรงและสามารถวัดอัตราการเต้นของหัวใจที่ต่ำได้ โดยเพิ่มความไวของเครื่อง (Muir and Wade, 1983)

Riebold และ Evans (1995) ได้ทดลองวัดความดันเลือดในม้าที่สลบ โดยเปรียบเทียบวิธีการวัดโดยตรงกับโดยอ้อม 2 วิธี พบว่า ความดันที่อ่านได้จาก aneroid manometer และ electronic sphygmomanometer ต่ำกว่าความดันที่วัดโดยตรงเล็กน้อย และความดันที่ได้จากการวัดโดย auscultation สูงกว่าความดันที่วัดโดยตรง การทดลองวัดความดันเลือดด้วยวิธี oscillometry พบว่าสามารถนำไปใช้ในสุนัขขณะสลบ แต่ยังไม่เหมาะกับสุนัขที่ยังรู้สึกตัว เนื่องจากมีการเคลื่อนไหวรบกวนการวัด (Hamlin *et al.*, 1982) ในแมว วิธีการวัดแบบ oscillometry จะให้ค่าความดันเลือด systolic ใกล้เคียงกับการวัดความดันเลือดแบบโดยตรง (Caulkett *et al.*, 1998) ซึ่งวิธี oscillometric สามารถวัดความดันเลือด systolic ได้ใกล้เคียงค่า

ที่แท้จริง จากการวัดโดยตรงมากที่สุดและให้ค่าประมาณที่ดีของความดันเลือดแดงทั้ง systolic, diastolic และความดันเลือดแดงเฉลี่ย (Gains *et al.*, 1995)

การวัดโดยตรงในการศึกษาครั้งนี้พบว่า อัตราการเต้นของหัวใจของเสือโคร่งขณะสลบมีค่าเฉลี่ย 109 ± 16.27 ครั้งต่อนาที ความดันเลือดแดง systolic มีค่าเฉลี่ย 111 ± 30.63 มม.ปรอท ความดันเลือดแดง diastolic มีค่าเฉลี่ย 62 ± 28.86 มม.ปรอท และความดันเลือดแดงเฉลี่ย มีค่าเฉลี่ย 81 ± 30.32 มม.ปรอท จากการเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจและความดันเลือดแดงโดยตรงและโดยทางอ้อมที่ 2 ตำแหน่ง ด้วยวิธี oscillometric พบว่า อัตราการเต้นของหัวใจที่วัดโดยตรงและโดยทางอ้อมที่ 2 ตำแหน่ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากันคือ ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจที่วัดโดยตรงเท่ากับ 109 ± 16.27 ครั้งต่อนาที ที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังมีค่าเท่ากับ 109 ± 16.37 ครั้งต่อนาที และที่วัดโดยทางอ้อมที่โคนหางเท่ากับ 109 ± 16.30 ครั้งต่อนาที ส่วนค่าเฉลี่ยของความดันเลือดแดง systolic ที่วัดโดยตรง (111 ± 30.63 มม.ปรอท) สูงกว่าที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้า (106 ± 23.83 มม.ปรอท) และสูงกว่าที่วัดโดยทางอ้อมที่โคนหาง (98 ± 21.89 มม.ปรอท) ส่วนค่าเฉลี่ยของความดันเลือดแดง diastolic ที่วัดโดยตรง (62 ± 28.86 มม.ปรอท) สูงกว่าที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้า (59 ± 19.28 มม.ปรอท) และสูงกว่าที่วัดโดยทางอ้อมที่โคนหาง (49 ± 18.57 มม.ปรอท) ส่วนค่าเฉลี่ยของความดันเลือดเฉลี่ยที่วัดโดยตรง (81 ± 30.32 มม.ปรอท) สูงกว่าที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้า (77 ± 21.02 มม.ปรอท) และสูงกว่าที่วัดโดยทางอ้อมที่โคนหาง (67 ± 19.08 มม.ปรอท) จะเห็นได้ว่า ความดันเลือดแดง systolic, diastolic และความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดโดยตรงสูงกว่าความดันเลือดแดงดังกล่าวที่วัดโดยทางอ้อมที่ทั้ง 2 ตำแหน่ง ต่างจาก Sawyer (1992) ที่รายงานว่า การวัดโดยวิธี oscillometric ที่ความดันเลือดแดง systolic ระหว่าง 90-120 มม.ปรอท พบว่า ความดันเลือดแดง systolic ที่วัดโดยทางอ้อมและโดยตรงไม่ต่างกันและความดันเลือดแดงที่วัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าสูงกว่าความดันเลือดแดงที่วัดที่โคนหาง แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่จากข้อมูลดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าการวัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังได้ค่าความดันเลือดแดงใกล้เคียงกับความดันเลือดแดงที่วัดโดยตรงมากกว่าวิธีการวัดโดยทางอ้อมที่โคนหาง ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่า ตำแหน่งการวัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังเป็นตำแหน่งที่เหมาะสมมากกว่าการวัดที่โคนหาง

วิธีการที่จะแสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรไม่อิสระ (dependent) 2 ชุด ทำได้โดยการดูจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (coefficient of correlation) ซึ่งจะบอกถึงระดับ (degree) ของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ชุดนั้นว่ามีมากน้อยเท่าใด ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์นี้เขียนเป็น r โดยถือว่าเป็นดัชนีของความสัมพันธ์ ค่า r นี้จะมีค่าอยู่ระหว่าง + 1.0 และ – 1.0 ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับมากน้อยของความสัมพันธ์ ถ้าค่า $r = 0$ แสดงว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

ทั้ง 2 ชุดนั้นเลย ตัวแปรมีความสัมพันธ์กันมากถ้า r มีค่า .8 ถึง 1.0 ปานกลางถ้า r มีค่า .5 ถึง .8 น้อยถ้า r มีค่า .2 ถึง .5 และไม่ควรสนใจกับความสัมพันธ์ถ้า r มีค่า 0 ถึง .2 (เติมศรี ชำนิจารกิจ,2540)

ความดันเลือดแดงเฉลี่ยในแมวขณะรู้สึกตัวจะประมาณ 120 มม.ปรอท แต่ขณะสลบควรอยู่ในช่วงที่สูงกว่า 65-70 มม.ปรอท (Hall and Taylor. 1994) ดังนั้น ความดันเลือดแดงเฉลี่ยขณะสลบจึงไม่ควรต่ำกว่า 60 มม.ปรอท จากผลการทดลองพบว่า ที่ความดันเลือดแดงเฉลี่ยต่ำกว่า 60 มม.ปรอท ความดันเลือดแดงเฉลี่ยจากการวัดโดยตรงกับการวัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.87 แสดงว่าเราสามารถใช้ความดันเลือดแดงที่วัดได้โดยทางอ้อมที่ข้อเท้าเป็นค่าประมาณความดันเลือดที่วัดโดยตรงได้ในการเฝ้าระวังขณะสัตว์สลบถึงแม้จะมีความดันเลือดแดงเฉลี่ยต่ำกว่า 60 มม.ปรอท ความดันเลือดแดงที่วัดได้ไม่ใช่เป็นความดันเลือดแดงจริง แต่สามารถคำนวณได้จากสมการ $y = 2.15x - 46.87$ (รูปที่ 20)

ความดันเลือดแดง systolic ในแมวขณะสลบ ไม่ควรต่ำกว่า 80 มม.ปรอท (Hall and Taylor, 1994) การทดลองครั้งนี้ใช้ 100 มม.ปรอท เนื่องจากความดันเลือดแดง systolic ต่ำสุดของเสือขณะสลบซึ่งวัดโดยทางอ้อมที่โคนหาง จากการศึกษานี้มีค่าเท่ากับ 98 ± 21.89 มม.ปรอท จากผลการวิเคราะห์พบว่า ที่ความดันเลือดแดง systolic ต่ำกว่า 100 มม.ปรอท ความดันเลือดแดง systolic จากการวัดโดยตรงและการวัดโดยทางอ้อม มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.79 และสามารถคำนวณหาความดันเลือดแดง systolic จริงในกรณีความดันเลือดต่ำได้จากสมการ $y = 1.34x - 21.41$ (รูปที่ 22) ส่วนความดันเลือดแดง systolic จากการวัดโดยตรงกับโดยทางอ้อมที่โคนหางมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.76 ซึ่งสามารถคำนวณหาความดันเลือดแดง systolic จริงในกรณีความดันเลือดต่ำได้จากสมการ $y = 1.17x - 11.45$ (รูปที่ 23)

ความดันเลือดแดงเฉลี่ยจากการวัดโดยตรงกับการวัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.87 ซึ่งสามารถคำนวณค่าความดันเลือดแดงเฉลี่ยจริงได้จากสมการ $y = 1.58x - 21.47$ (รูปที่ 26) ความดันเลือดแดงเฉลี่ยจากการวัดโดยตรงและโดยทางอ้อมที่โคนหางมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.76 ซึ่งสามารถคำนวณค่าความดันเลือดแดงเฉลี่ยจริงได้จากสมการ $y = 1.07x - 4.00$ (รูปที่ 27)

จากผลการทดลอง ที่ความดันเลือดแดง systolic ที่ต่ำกว่า 100 มม.ปรอท พบว่า ความดันเลือดแดง systolic จากการวัดโดยตรงและการวัดโดยทางอ้อม มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.79 และความดันเลือดแดงเฉลี่ยจากการวัดโดยตรงกับจากการวัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.87 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า ที่ความดันเลือดแดงต่ำกว่า 100 มม.ปรอท ความดันเลือดแดง systolic และความดันเลือดเฉลี่ยที่วัดโดยตรงและวัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลัง มีความสัมพันธ์กันค่อนข้างมาก เราจึงสามารถใช้ความดันเลือดแดง systolic และเฉลี่ยที่วัดโดยทางอ้อมเป็นค่าประมาณความดันเลือดแดงที่วัดโดยตรงถึงแม้ว่าจะมีความดันเลือดแดง systolic ต่ำกว่า 100 มม.ปรอท

ในกรณีไม่จำแนกช่วงความดันเลือดแดง ความดันเลือดแดง systolic จากการวัดโดยตรงและการวัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลัง มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.80 ซึ่งสามารถคำนวณหาค่าความดันเลือดแดง systolic จริง ได้จากสมการ $y = 0.62x + 37.64$ (รูปที่ 9) ซึ่งเป็นสมการที่เหมาะสำหรับใช้ในทางปฏิบัติทั่ว ๆ ไปในทุกระดับความดันเลือดแดง systolic ที่วัดที่ข้อเท้าขาหลัง

ความดันเลือดแดงเฉลี่ยจากการวัดโดยตรงและการวัดโดยทางอ้อมที่ข้อเท้าขาหลังมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.77 สามารถคำนวณค่าความดันเลือดแดงเฉลี่ยจริง ได้จากสมการ $y = 0.53x + 33.85$ (รูปที่ 15) ซึ่งเป็นสมการที่เหมาะสมสำหรับใช้ในทางปฏิบัติทั่วไปในทุกระดับความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดที่ข้อเท้า เช่นเดียวกันความดันเลือดแดงเฉลี่ยจากการวัดโดยตรงและการวัดโดยทางอ้อมที่โคนหาง มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.77 ซึ่งสามารถคำนวณค่าความดันเลือดแดงเฉลี่ยจริง ได้จากสมการ $y = 0.49x + 27.29$ (รูปที่ 16) ซึ่งเป็นสมการที่เหมาะสำหรับใช้ในทางปฏิบัติทั่วไปในทุกระดับความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่วัดที่โคนหาง ดังนั้น ในกรณีไม่จำแนกช่วงความดันเลือดแดง ซึ่งใช้ในทางปฏิบัติสามารถใช้ความดันเลือดแดงที่วัด โดยทางอ้อมเป็นค่าประมาณความดันเลือดแดงที่วัดโดยตรง โดยดูได้จากทั้งความดันเลือดแดง systolic และความดันเลือดแดงเฉลี่ยของการวัดโดยทางอ้อม แล้วคำนวณหาความดันเลือดจริงจากสมการหรือกราฟ

ความดันเลือดที่วัดโดยทางอ้อมอาจมีค่าต่างจากที่วัดโดยตรง ขนาดความกว้างของ cuff ที่ใช้กับม้าควรจะประมาณ 20% ของเส้นรอบวง การใช้ cuff ที่มีขนาดกว้างเกินไปจะทำให้ความดันเลือดที่วัดได้ต่ำกว่าค่าที่แท้จริง ในทางตรงกันข้ามถ้า cuff มีขนาดแคบเกินไปจะทำให้ความดันเลือดที่วัดได้สูงกว่าค่าที่แท้จริง (Latshaw and Fessler, 1978) ในม้าแกลบ การวัดโดยวิธี oscillometry จะได้ความดันเลือดเท่ากับความดันเลือดที่วัดโดยตรงเมื่อใช้ cuff ที่มีขนาดความกว้าง 25% ของเส้นรอบหาง (Geddes *et al.*, 1977) ในสุนัข cuff ควรมีความกว้างประมาณ 40% ของเส้นรอบขา ถ้า cuff แคบเกินไปเมื่อเทียบกับเส้นรอบขา จะทำให้ค่าที่วัดได้สูงกว่าความดัน

เลือดจริง ในทางตรงกันข้าม ถ้า cuff กว้างมากเกินไปเมื่อเทียบกับเส้นรอบขา ค่าที่วัดได้จะต่ำกว่าความดันเลือดจริง (Kittleson and Oliver, 1983) ความกว้างของ cuff ควรกว้างระหว่าง 40-60% ของเส้นรอบขา (Sawyer, 1992) การศึกษาครั้งนี้ใช้ cuff ที่มีความกว้าง 8 เซนติเมตร กับข้อเท้าเสือที่มีเส้นรอบข้อเท้าเฉลี่ย 16 $\pm$ 0.64 เซนติเมตร ดังนั้น ความกว้างของ cuff ที่ใช้จึงมีค่าประมาณ 50% ของเส้นรอบวงข้อเท้า ส่วนที่โคนหางของเสือมีเส้นรอบโคนหางเฉลี่ย 13 $\pm$ 0.65 เซนติเมตร ความกว้าง cuff จึงมีค่าประมาณ 62% ของเส้นรอบโคนหาง ถึงแม้ว่าการใช้ cuff ขนาดดังกล่าวในการศึกษาครั้งนี้จะตรงกับรายงานของ Hall and Taylor (1994) ที่แนะนำให้ใช้ cuff ขนาด 40-60% ของเส้นรอบขาแมว แต่ความดันเลือดแดงที่วัดโดยทางอ้อมมีค่าน้อยกว่าที่วัดโดยตรง จึงควรมีการศึกษาการใช้ cuff ขนาดต่าง ๆ ในเสือเพื่อหาขนาด cuff ที่เหมาะสมในการวัดความดันเลือดแดงของเสือโดยทางอ้อมต่อไป การรัด cuff หลวมเกินไปอาจทำให้ความดันเลือดที่วัดได้สูงกว่าค่าที่แท้จริง ในทางกลับกันการรัด cuff แน่นเกินไปอาจทำให้ความดันเลือดที่วัดได้ต่ำกว่าค่าที่แท้จริง (Hall and Taylor, 1994) ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ความดันเลือดที่วัดโดยทางอ้อมในการศึกษาครั้งนี้มีค่าต่ำกว่าความดันเลือดแดงที่วัดโดยตรง นอกจากนี้ ระดับของ pressure transducer และ cuff ก็มีผลทำให้ค่าความดันเลือดที่วัดได้ผิดไปได้ กล่าวคือ ถ้าระดับของ transducer และ cuff อยู่สูงกว่าหัวใจจะได้ความดันเลือดต่ำกว่าค่าที่แท้จริง แต่ถ้า transducer และ cuff อยู่ต่ำกว่าระดับหัวใจ ความดันเลือดที่วัดได้จะสูงกว่าค่าที่แท้จริง ในการศึกษาครั้งนี้ได้ปรับระดับของ transducer ให้อยู่ระดับเดียวกับหัวใจ ดังนั้นความดันเลือดแดงที่วัดโดยตรงจึงเป็นความดันเลือดที่แท้จริงของเสือ ส่วนระดับของ cuff อยู่ต่ำกว่าระดับของหัวใจเพียงเล็กน้อย จึงไม่น่าจะมีผลทำให้ความดันเลือดแดงที่วัดได้ต่างจากความดันเลือดที่แท้จริง

ในการทดลองครั้งนี้ พบว่า กราฟของความดันเลือดแดงมีข้อมูลกระจายแบ่งเป็น 2 กลุ่ม โดยไม่มีข้อมูลความดันเลือดแดงในช่วงกลาง ๆ อาจเนื่องมาจากเสือตอบสนองต่อฤทธิ์ยาสลบแตกต่างกัน กลุ่มที่มีความดันเลือดแดงลดต่ำมากอาจมีความไวสูงต่อฤทธิ์ของยาสลบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

เติมศรี ชำนิจารกิจ. 2540. สถิติประยุกต์ทางการแพทย์. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร. หน้า 223.

ภาษาอังกฤษ

Binns, S.H., Sisson, D.D., Buoscio, D.A., and Schaeffer, D.J. 1995. Doppler ultrasonographic, oscillometric sphygmomanometric. J. Vet Int. Med. 9(6) : 405-414.

Caulkett, N.A., Cantwwell, S.L., and Houston, D.M. 1998. A comparison of indirect blood pressure monitoring techniques in the anesthetized cat. Vet. Surg. 27 : 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 : 238-240.

Geddes, L.A., Chaffee, V., Whistler, S.J., Bourland, J.D. and Tacker, W.A. 1977. Indirect mean blood pressure in the anesthetized pony. Am.J.Vet.Res. 38(12) : 2055-2057.

Grandy, J.L., Dunlop, C.I., Hodgson, D.S., Curtis, C.R., and Champman, P.L. 1992. Evaluation of the doppler ultrasonic method of measuring systolic arterial blood pressure in cats. Am J. Vet. Res. 53(7) : 1166-1169.

Hall, L.W. and Taylor, P.M. 1994. Anesthesia of the cat. Bailliere Tindall, London, pp.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 shygmomanometry. Am. J. Vet. Res. 43(7) : 1271-1273.

Kittleson, M.D. and Oliver, N.B. 1983. Measurement of systolic arterial blood pressure. Vet. Clin. North Am., Small Animal Practice. 13(2) : 321-336.

Latshaw, H. and Fessler, J.F. 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 : 243.

Muir, W.N., Wade, A. and Grospitch, B. 1983. Automatic noninvasive sphygmomanometry in horse. JAVMA. 182(11) : 1230-1233.

Parry B.W., McCarthy M.A., Anderson G.A., BagSc and Grad Dip App Stats. 1982. Correct Occlusive Bladder Width for Indirect Blood Pressure Measurement in Hourses. 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. Proc XXVII World Small Animal Veterinary Association Congress, Rome, Italy pp. 93-98.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย