

ผลของพิษงูแมวเซาต่อระบบการไหลเวียนเลือดของไตสุนัข  
ภายหลังฉีดพิษงูเข้าทางหลอดเลือดแดงของไต



นางสาว เกสร สุวรรณประเสริฐ

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สหสาขาวิชาสัตววิทยา


บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2529

ISBN 974-566-220-8

013511

EFFECT ON RENAL HEMODYNAMICS OF INTRARENAL  
ARTERIAL INFUSION OF RUSSELL'S VIPER VENOM IN DOGS



Miss Kasorn Suwanprasert

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Inter-Department of Physiology

Graduate School

Chulalongkorn University

1986

ISBN 974-566-220-8

Thesis Title                    Effect on Renal Hemodynamics of Intrarenal Arterial  
   Infusion of Russell's Viper Venom in Dogs.  
By                                    Miss Kasorn Suwanprasert  
Department                    Inter-Department of Physiology  
Thesis Advisor                Associate Professor Bungorn Chomdej, Ph.D.  
Thesis Co-advisor            Associate Professor Narongsak Chaiyabutr, Ph.D.



---

Accepted by the Graduate School. Chulalongkorn University in  
Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree.

*S. Bhisal*.....

Associate Professor Sorachai Bhisalbutra, Ph.D.

Acting Associate Dean for Academic Affairs

for

Acting Dean of the Graduate School

Thesis Committee

*Ayus Pichaichanarong* Chairman

(Professor Ayus Pichaichanarong, Ph.D.)

*Bungorn Chomdej* Member

(Associate Professor Bungorn Chomdej, Ph.D.)

*Narongsak Chaiyabutr* Member

(Associate Professor Narongsak Chaiyabutr, Ph.D.)

*Saowanee Yenrudi* Member

(Doctor Saowanee Yenrudi, Dip.Thai Board of  
Anatomical Pathology)

*Sopit Thamaree* Member

(Associate Professor Sopit Thamaree, MS.)

## ACKNOWLEDGEMENT



I wish to express my deeply gratitude and admiration to my advisor, Associate Professor Dr. Bungorn Chomdej and Associate Professor Dr. Narongsak Chaiyabutr, my co-advisor for their help, patience, support, constant encouragement and most useful comments throughout this study. Their contribution cannot be easily measured.

I am also grateful to Dr. Saowanee Yenrudi, my committee and Dr. Pongsak Wannakrairot, Department of Pathology, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University whose their assistance and suggestion of histopathological results have been most valuable. In addition, I would like to extend my thanks to Professor Ayus Pichaicharnarong and Associate Professor Sopit Thamaree who served on my committee. Also, I acknowledge Mr. Sanay Saguanrungrasirikul for his suggestion in applying some techniques to the experimental instruments.

My thanks are extended to the staffs of the Departments of Physiology, Faculty of Medicine and Faculty of Veterinary Science for providing facilities and I also wish gratefully to acknowledge financial funds provided by the Graduate School, Chulalongkorn University.

Finally, I am greatly indebted to my parents who have given me intelligence and my elder brother for his extremely useful support and encouragement given to me. Lacking any of above mentioned, this thesis could never have been finished.

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของพิษงูแมวเซาต่อระบบการไหลเวียนเลือดของไตสุนัข  
ภายหลังฉีดพิษงูเข้าทางหลอดเลือดแดงของไต  
ชื่อนิสิต นางสาว เกสร สุวรรณประเสริฐ  
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. บังอร ชมเดช  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ ดร. ณรงค์ศักดิ์ ชัยบุตร  
สหสาขาวิชา สรีรวิทยา  
ปีการศึกษา 2528



บทคัดย่อ

ศึกษาผลของพิษงูแมวเซาต่อการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพการทำงานของไตโดยฉีดเข้าทางหลอดเลือดแดงของไตข้างหนึ่ง การศึกษาทดลองกระทำในสุนัขจำนวน 18 ตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้ กลุ่ม 1 กลุ่มควบคุมโดยฉีดน้ำเกลือปกติ จำนวน 5 มิลลิลิตร กลุ่ม 2 และกลุ่ม 3 ฉีดพิษงูขนาด 0.05 และ 0.1 มก./กก. นน.ตัว ละลายในน้ำเกลือปกติ 5 มิลลิลิตร ศึกษาสมรรถภาพของไต เปรียบเทียบกันระหว่างไตด้านที่ฉีดพิษงูและไตด้านตรงข้าม ทั้งในระยะก่อนและหลังการทดลอง ทุกกลุ่มจะศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางพยาธิวิทยาพร้อมด้วย

เมื่อศึกษาในระยะก่อนและหลังการทดลองพบว่าพิษงูทั้งสองขนาดทำให้ค่าความดันเลือดแดงเฉลี่ยทั่วไปและความดันเลือดแดงเฉลี่ยที่ไต ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในนาทีที่ 5 และ 15 ต่อมาค่าความดันทั้งสองจะกลับคืนสู่สภาพปกติ อัตราการไหลของพลาสมาและอัตราการไหลของเลือดเข้าสู่ไต อัตราการกรองที่โกลเมอรูลัส ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ความต้านทานของหลอดเลือดแดงภายในไตเพิ่มสูงขึ้น ตลอดทุกระยะการทดลอง อัตราการไหลของปัสสาวะลดลงซึ่งเกิดร่วมกับการลดลงของอัตราการกรองที่โกลเมอรูลัส จะสังเกตเห็นว่าอัตราการไหลของปัสสาวะลดลงมากในช่วงแรก และจะกลับเพิ่มมากขึ้นในช่วงที่ 2 และ 3 แต่ในช่วงที่ 4 และ 5 จะกลับลดลงอีกครั้ง พบว่ามีการแตกของ เม็ดเลือดแดงร่วมด้วย และมีเฮโมโกลบินออกมาในปัสสาวะ อัตราการกรองของอีเล็กโตรไลต์และออสโมลาลิตีลดลงอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ได้พบว่าการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนการขับทิ้งของโซเดียมภายหลัง

ฉีดพิษงูแล้ว ความเข้มข้นของครีอาตินีนในพลาสมา มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ยูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญมากกว่า เมื่อศึกษาเปรียบเทียบระหว่างไตทั้งสองข้างของกลุ่ม 2 และ 3 แล้วพบว่าสมรรถภาพการทำงานของไตข้างที่ฉีดพิษโดยตรงมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าไตด้านตรงข้าม

ผลจากการศึกษาทางพยาธิสภาพ พบว่าพิษงูขนาด 0.05 มก./กก.นน.ตัว ทำให้เกิดการบวมของโกลเมอรูลัส และเนื้อเยื่อระหว่างเซลล์ มีการตายทั่วไปของเซลล์หลอดไตส่วนต้นและส่วนปลาย ส่วนพิษงูขนาด 0.1 มก./กก.นน.ตัว มีผลต่อไตมากขึ้น ทำให้เซลล์หลอดไตตายมากกว่า และมีเซลล์เม็ดเลือดแดงค้างอยู่ในหลอดไตและที่โกลเมอรูลัส บางทีพบว่ามีเซลล์เม็ดเลือดขาวแทรกอยู่ในเนื้อเยื่อระหว่างเซลล์ นอกจากนี้มักพบว่ามีภาวะเลือดออกเป็นหย่อมๆ ด้วย

ผลจากการทดลองสรุปได้ว่า พิษงูแมวเซาทั้งสองขนาดทำให้เกิดภาวะความดันเลือดต่ำทันที ร่วมกับสมรรถภาพการกรองที่โกลเมอรูลัส และการดูดซึมน้ำอิเล็กโตรลัยท์กลับที่หลอดไตลดลง ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงทางสรีรพยาธิสภาพของภาวะไตวายน่าจะมีสาเหตุมาจาก 2 ประการร่วมกันคือ การลดต่ำของความดันเลือดทันที ซึ่งจะไม่มีผลเบื้องต้นต่อสมรรถภาพการทำงานของไต และประการที่สองอาจเนื่องจากผลของพิษโดยตรงต่อไต ซึ่งอาจไปมีบทบาทต่อการลดลงของอัตราการกรองที่โกลเมอรูลัสและการดูดซึมน้ำอิเล็กโตรลัยท์กลับที่หลอดไต และเป็นไปได้ว่าสมรรถภาพการทำงานของไตลดลง อาจถูกกระตุ้นจากภาวะแรงดันเลือดต่ำ ภาวะเม็ดเลือดแดงแตกและภาวะเลือดแข็งตัวผิดปกติ

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title           Effect on Renal Hemodynamics of Intrarenal  
                                  Arterial Infusion of Russell's Viper Venom in  
                                  Dogs.

Name                     Miss Kasorn Suwanprasert

Thesis Advisor         Associate Professor Bungorn Chomdej, Ph.D.

Thesis Co-advisor     Associate Professor Narongsak Chaiyabutr, Ph.D.

Interdepartment       Physiology

Academic Year         1985



ABSTRACT

The effect of an intrarenal arterial infusion of Russell's viper venom (RVV) on renal hemodynamic and histopathological changes were investigated in 18 adult male dogs. Dogs were divided into three groups : group I was the control group and infused with 5 ml of an isotonic saline solution, group II and III were experimental groups and infused with RVV 0.05 and 0.1 mg/kg bw., respectively. The renal functions of both kidneys were determined throughout the experimental period of 5 hour postinfusion. The histopathological studies were performed in all groups.

In comparison between pre and post experimental periods, either RVV 0.05 or 0.1 mg/kg bw. was able to produce a sharp decrease in mean arterial pressure and renal blood pressure over fifteen minutes period and then recurred to the control level. An effective renal plasma flow, renal blood flow and also glomerular filtration rate were decreased significantly whereas renal vascular resistance was increased persistently throughout the experimental period. Urine

flow rate was diminished consequently, accompanied with a decrease in glomerular filtration rate. It was also noted that oliguria was seen in the first hour, following by polyuria in the second and third hour and then returned to the oliguria again. Hemoglobinuria as well as intravascular hemolysis was usually found which confirmed by an increase in plasma potassium concentration. In all kidneys, filtered loads of electrolytes were reduced significantly. Obviously, an increase in fractional excretion of sodium following venom administration was exhibited. Plasma creatinine was elevated slightly while blood urea nitrogen increased significantly. In comparison between both kidneys, the renal hemodynamic alterations were more prominent in the infused kidney than the contralateral one.

The morphological changes of both kidneys were compared, RVV 0.05 mg/kg bw. produced glomerular congestion with degeneration of proximal tubular cells diffusely. Tubular necrosis was infrequently noted scattering in the renal parenchyma and diffuse congestion of the interstitium was seen. Additionally, renal tubular cells following RVV 0.1 mg/kg bw. infusion were undergoing variable degree of degeneration and frequent tubular necrosis. There were occasionally clumps of red blood cell in tubular lumen and glomeruli as well. Small number of segmented neutrophils was seen infrequently infiltrating the interstitium. Scattered foci of interstitial hemorrhage and wedge-shaped area of hemorrhagic necrosis were noted. However, the direct infused kidney of both groups was more damaged and seen seriously.



In conclusion, the RVV produced an initial hypotension associated with a decline in glomerular filtration and tubular reabsorption. Hence, the pathophysiological changes of oliguric renal failure may be affected from two components. Firstly, is an initial hypotension which is primarily responsible for decrease in renal function. Secondly, a direct nephrotoxicity may play a role and lead to a decrease in glomerular filtration and tubular reabsorption. Therefore, the alterations of renal functions might be potentiated by hypotension, intravascular hemolysis and coagulation abnormality.



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## CONTENTS

	Page
THAI ABSTRACT .....	iv
ENGLISH ABSTRACT .....	vii
ACKNOWLEDGEMENT .....	ix
CONTENTS .....	x
LIST OF TABLES .....	xii
LIST OF FIGURES .....	xix
ABBREVIATION .....	xxv
CHAPTER	
I    INTRODUCTION AND AIMS .....	1
II   BACKGROUND INFORMATION .....	5
III  MATERIALS AND METHODS .....	44
IV   RESULTS	
- EFFECTS OF AN INTRARENAL ARTERIAL INFUSION OF ISOTONIC SALINE SOLUTION .....	53
- EFFECTS OF AN INTRARENAL ARTERIAL INFUSION OF RUSSELL'S VIPER VENOM 0.05 MG/KG BW.	57
- EFFECTS OF AN INTRARENAL ARTERIAL INFUSION OF RUSSELL'S VIPER VENOM 0.1 MG/KG BW.	64
V   DISCUSSION .....	153

BIBLIOGRAPHY .....	168
BIOGRAPHY .....	193



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF TABLES

Table	Page
1 Effects of an isotonic saline infusion on MAP, RAP, HR and PCV in five control dogs, compared with the control period.....	78
2 Effects of an isotonic saline infusion on $P_e$ , $P_{Osm}$ , $P_{Cr}$ and BUN in five control dogs, compared with the control period.....	79
3 Effects of an isotonic saline infusion on ERPF, RBF, GFR, F.F. and RVR of the infused kidney in five control dogs. ....	80
4 Effects of an isotonic saline infusion on filtered load and urinary excretion rate of Na, Cl, K and Osm of the infused kidney in five control dogs. ....	81
5 Effects of an isotonic saline infusion on $FE_{Na}$ , $FE_{Cl}$ and $FE_K$ of the infused kidney in five control dogs. ....	82
6 Effects of an isotonic saline infusion on V, $C_{Osm}$ , $C_{H_2O}$ and $U/P_{Osm}$ of the infused kidney in five control dogs. ....	83

Table	Page	
7	Effects of an isotonic saline infusion on ERPF, RBF, GFR, F.F. and RVR of the contralateral kidney in five control dogs. ....	84
8	Effects of an isotonic saline infusion on filtered load and urinary excretion rate of Na, Cl, K and Osm of the contralateral kidney in five control dogs. ....	85
9	Effects of an isotonic saline infusion on $FE_{Na}$ , $FE_{Cl}$ and $FE_K$ of the contralateral kidney in five control dogs. ....	86
10	Effects of an isotonic saline infusion on V, $C_{Osm}$ , $C_{H_2O}$ and $U/P_{Osm}$ of the contralateral kidney in five control dogs. ....	87
11	Effects of an isotonic saline infusion on ERPF, RBF, GFR, F.F. and RVR in the control group. Comparison between the infused and contralateral kidneys. ....	88
12	Effects of an isotonic saline infusion on V, $U_{Osm}$ , $V$ , $C_{Osm}$ , $C_{H_2O}$ and $U/P_{Osm}$ in the control group. Comparison between the infused and contralateral kidneys. ....	89

## Table

## Page

13	Effects of an isotonic saline infusion on $F_{Na}$ , $F_{Cl}$ and $F_{Osm}$ in the control group. Comparison between the infused and contralateral kidneys	90
14	Effects of an intrarenal arterial Russell's viper venom 0.05 mg/kg bw. infusion on MAP, RAP, HR and PCV in eight dogs. ....	91
15	Effects of an intrarenal arterial Russell's viper venom 0.05 mg/kg bw. infusion on $P_{Na}$ , $P_{Cl}$ , $P_K$ , $P_{Osm}$ , $P_{Cr}$ and BUN in eight dogs. ....	92
16	Effects of an intrarenal arterial Russell's viper venom 0.05 mg/kg bw. infusion on ERPF, RBF, GFR, F.F. and RVR of the infused kidney in eight dogs. ....	93
17	Effects of an intrarenal arterial Russell's viper venom 0.05 mg/kg bw. infusion on $F_{Na}$ , $F_{Cl}$ , $F_K$ , $F_{Osm}$ , $U_{Na} V$ , $U_{Cl} V$ , $U_K V$ and $U_{Osm} V$ of the infused kidney in eight dogs. ....	94
18	Effects of an intrarenal arterial Russell's viper venom 0.05 mg/kg bw. infusion on $FE_{Na}$ , $FE_{Cl}$ and $FE_K$ of the infused kidney in eight dogs. ....	95
19	Effects of an intrarenal arterial Russell's viper venom 0.05 mg/kg bw. infusion on V, $C_{Osm}$ , $C_{H_2O}$ and $U/P_{Osm}$ of the infused kidney in eight dogs. ....	96

## Table

## Page

20	Effects of an intrarenal arterial Russell's viper venom 0.05 mg/kg bw. infusion on ERPF, RBF, GFR, F.F. and RVR of the contralateral kidney in eight dogs. ....	97
21	Effects of an intrarenal arterial Russell's viper venom 0.05 mg/kg bw. infusion on $F_{Na}$ , $F_{Cl}$ , $F_K$ , $F_{Osm}$ , $U_{Na}^V$ , $U_{Cl}^V$ , $U_K^V$ and $U_{Osm}^V$ of the contralateral kidney in eight dogs. ....	98
22	Effects of an intrarenal arterial Russell's viper venom 0.05 mg/kg bw. infusion on $FE_{Na}$ , $FE_{Cl}$ and $FE_K$ of the contralateral kidney in eight dogs. ....	99
23	Effects of an intrarenal arterial Russell's viper venom 0.05 mg/kg bw. infusion on $V$ , $C_{Osm}$ , $C_{H_2O}$ and $U/P_{Osm}$ of the contralateral kidney in eight dogs. ....	100
24	Effects of an intrarenal arterial Russell's viper venom 0.05 mg/kg bw. infusion on RVR, $V$ and F.F. Comparison between the infused and contralateral kidneys. ....	101
25	Effects of an intrarenal arterial Russell's viper venom 0.05 mg/kg bw. infusion on $F_{Na}$ , $F_{Cl}$ , $F_K$ and $F_{Osm}$ . Comparison between the infused and contralateral kidneys. ....	102

Table		Page
26	Effects of an intrarenal arterial Russell's viper venom 0.05 mg/kg bw. infusion on $U_{Osm}^V$ , $U/P_{Osm}$ , $C_{Osm}$ and $C_{H_2O}$ . Comparison between the infused and contralateral kidneys. ....	103
27	Effects of an intrarenal arterial Russell's viper venom 0.1 mg/kg bw. infusion on MAP, RAP, HR and PCV, compared with the control period. ....	104
28	Effects of an intrarenal arterial Russell's viper venom 0.1 mg/kg bw. infusion on $P_{Na}$ , $P_{Cl}$ , $P_K$ , $P_{Osm}$ , $P_{Cr}$ and BUN, compared with the control period.	105
29	Effects of an intrarenal arterial Russell's viper venom 0.1 mg/kg bw. infusion on ERPF, RBF, F.F. and RVR of the infused kidney in five dogs, compared with the control period. ....	106
30	Effects of an intrarenal arterial Russell's viper venom 0.1 mg/kg bw. infusion on $F_{Na}$ , $F_{Cl}$ , $F_K$ , $F_{Osm}$ , $U_{Na}^V$ , $U_{Cl}^V$ , $U_K^V$ and $U_{Osm}^V$ of the infused kidney in five dogs, compared with the control period. ....	107
31	Effects of an intrarenal arterial Russell's viper venom 0.1 mg/kg bw. infusion on $FE_{Na}$ , $FE_{Cl}$ and $FE_K$ of the infused kidney in five dogs, compared with the control period. ..	108



## Table

## Page

32	Effects of an intrarenal arterial Russell's viper venom 0.1 mg/kg bw. infusion on $V$ , $C_{Osm}$ , $C_{H_2O}$ and $U/P_{Osm}$ of the infused kidney in five dogs, compared with the control period. ....	109
33	Effects of an intrarenal arterial Russell's viper venom 0.1 mg/kg bw. infusion on ERPF, RBF, GFR, $V$ and RVR of the contralateral kidney in five dogs, compared with the control period. ....	110
34	Effects of an intrarenal arterial Russell's viper venom 0.1 mg/kg bw. infusion on $F_{Na}$ , $F_{Cl}$ , $F_K$ , $F_{Osm}$ , $U_{Na}^V$ , $U_{Cl}^V$ , $U_K^V$ and $U_{Osm}^V$ of the contralateral kidney in five dogs, compared with the control period. ....	111
35	Effects of an intrarenal arterial Russell's viper venom 0.1 mg/kg bw. infusion on $FE_{Na}$ , $FE_{Cl}$ and $FE_K$ of the contralateral kidney in five dogs, compared with the control period. ....	112
36	Effects of an intrarenal arterial Russell's viper venom 0.1 mg/kg bw. infusion on $V$ , $C_{Osm}$ , $C_{H_2O}$ and $U/P_{Osm}$ of the contralateral kidney in five dogs, compared with the control period. ....	113

Table	Page	
37	Effects of an intrarenal arterial Russell's viper venom 0.1 mg/kg bw. infusion on RVR, V and F.F. Comparison between the infused and contralateral kidneys. ....	114
38	Effects of an intrarenal arterial Russell's viper venom 0.1 mg/kg bw. infusion on $F_{Na}$ , $F_{Cl}$ , $F_K$ and $F_{Osm}$ . Comparison between the infused and contralateral kidneys. ....	115
39	Effects of an intrarenal arterial Russell's viper venom 0.1 mg/kg bw. infusion on $U_{Osm}^V$ , $U/P_{Osm}$ , $C_{Osm}$ and $C_{H_2O}$ . Comparison between the infused and contralateral kidneys. ....	116
40	Comparison between the venom and saline groups on $P_{Na}$ , $P_{Cl}$ , $P_K$ and $P_{Osm}$ .....	117
41	Comparison between the venom infused and the saline infused kidneys on $F_{Osm}$ , $U_{Osm}^V$ , $C_{Osm}$ , $C_{H_2O}$ and $U/P_{Osm}$ . ....	118
42	Comparison between the venom contralateral and the saline contralateral kidneys on $F_{Osm}$ , $U_{Osm}^V$ , $C_{Osm}$ , $C_{H_2O}$ and $U/P_{Osm}$ . ....	119

## LIST OF FIGURES

Figures	Page
1	Schema of Experiment..... 45
2	Effects of an isotonic saline infusion on $U_{Na}^V$ and $FE_{Na}$ in both the infused and contralateral kidneys of control group. .... 120
3	Effects of an isotonic saline infusion on $U_{Cl}^V$ and $FE_{Cl}$ in both the infused and contralateral kidneys of control group. .... 121
4	Effects of an isotonic saline infusion on $U_K^V$ and $FE_K$ in both the infused and contralateral kidneys of control group. .... 122
5	Effects of Russell's viper venom 0.05 mg/kg bw. on ERPF and RBF in both the infused and contralateral kidneys. .... 123
6	Effects of Russell's viper venom 0.05 mg/kg bw. on GFR and V in both the infused and contralateral kidneys. .... 124
7	Effects of Russell's viper venom 0.05 mg/kg bw. on RVR in both the infused and contralateral kidneys. .... 125

## Figures

## Page

8	Effects of Russell's viper venom 0.05 mg/kg bw. on $U_{Na}V$ and $FE_{Na}$ in both the infused and contralateral kidneys.....	126
9	Effects of Russell's viper venom 0.05 mg/kg bw. on $U_{Cl}V$ and $FE_{Cl}$ in both the infused and contralateral kidneys.....	127
10	Effects of Russell's viper venom 0.05 mg/kg bw. on $U_KV$ and $FE_K$ in both the infused and contralateral kidneys.....	128
11	Effects of Russell's viper venom 0.1 mg/kg bw. on ERPF, RBF and GFR in both the infused and contralateral kidneys.....	129
12	Effects of Russell's viper venom 0.1 mg/kg bw. on RVR and V in both the infused and contralateral kidneys.....	130
13	Effects of Russell's viper venom 0.1 mg/kg bw. on $U_{Na}V$ and $FE_{Na}$ in both the infused and contralateral kidneys.....	131
14	Effects of Russell's viper venom 0.1 mg/kg bw. on $U_{Cl}V$ and $FE_{Cl}$ in both the infused and contralateral kidneys.....	132
15	Effects of Russell's viper venom 0.1 mg/kg bw. on $U_KV$ and $FE_K$ in both the infused and contralateral kidneys.....	133

Figures	Page	
16	The effects of both Russell's viper venom 0.05 mg/kg bw. and 0.1 mg/kg bw. on MAP and RAP, compared with the saline control group at the same state. ....	134
17	The effects of both Russell's viper venom 0.05 mg/kg bw. and 0.1 mg/kg bw. on HR and PCV, compared with the saline control group at the same state. ....	135
18	Illustrates the effects of both Russell's viper venom 0.05 mg/kg bw. and 0.1 mg/kg bw. on BUN and $P_{Cr}$ , compared with the saline control group at the same state. ....	136
19	Comparison between the venom infused and the saline infused kidneys on ERPF and RBF. ....	137
20	Comparison between the venom infused and the saline infused kidneys on GFR and F.F. ....	138
21	Comparison between the venom infused and the saline infused kidneys on RVR and V. ....	139
22	Comparison between the venom infused and the saline infused kidneys on $F_{Na}$ , $U_{Na} V$ and $FE_{Na}$ . ....	140
23	Comparison between the venom infused and the saline infused kidneys on $F_{Cl}$ , $U_{Cl} V$ and $FE_{Cl}$ . ....	141

Figures	Page	
24	Comparison between the venom infused and the saline infused kidneys on $F_K$ , $U_K^V$ and $FE_K$ . . . . .	142
25	Comparison between the venom contralateral and the saline contralateral kidneys on ERPF and RBF. . . . .	143
26	Comparison between the venom contralateral and the saline contralateral kidneys on GFR and F.F. . . . .	144
27	Comparison between the venom contralateral and the saline contralateral kidneys on RVR and V. . . . .	145
28	Comparison between the venom contralateral and the saline contralateral kidneys on $F_{Na}$ , $U_{Na}^V$ and $FE_{Na}$ . . . . .	146
29	Comparison between the venom contralateral and the saline contralateral kidneys on $F_{Cl}$ , $U_{Cl}^V$ and $FE_{Cl}$ . . . . .	147
30	Comparison between the venom contralateral and the saline contralateral kidneys on $F_K$ , $U_K^V$ and $FE_K$ . . . . .	148
31	Showing the gross appearance of the direct infused kidney following Russell's viper venom (RVV) 0.05 mg/kg bw. intrarenal arterial infusion. . . . .	149

Figures	Page
32 Showing the gross appearance of the indirect contralateral kidney following RVV 0.01 mg/kg bw. intrarenal arterial infusion.....	150
33 Comparing characteristic urine samples before and after experimental period. Left: the clear urine from the control period and right : hemoglobinuria during experimental period.....	151
34 Illustration of the characteristic mild congestion of the glomeruli (arrow head) and focal tubular necrosis (arrow) of the direct RVV 0.05 mg/kg bw. infused kidney.....	152
35 Showing glomerular and interstitial congestion (arrow), tubular necrosis (arrow head) of the direct RVV 0.1 mg/kg bw. infused kidney.....	153
36 Illustration of tubular necrosis showing infiltration in the interstitium with segmented neutrophils (arrow), congestion of the glomeruli and focal hemorrhagic interstitium (arrow head) of the direct RVV 0.1 mg/kg bw. infused kidney.....	154
37 Showing the wedge shaped areas of hemorrhagic necrosis (row of arrows) of the direct RVV 0.1 mg/kg bw. infused kidney.....	155

Figures

Page

38	Higher magnification showing interstitial hemorrhage (double arrow), diffuse tubular necrosis and hemorrhagic necrosis of glomeruli (single arrow).....	156
----	---	-----



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## ABBREVIATION

ATN	=	Acute tubular necrosis
ARF	=	Actue renal failure
BUN	=	Blood urea nitrogen
Cl	=	Chloride
$C_{H_2O}$	=	Free water clearance
$C_{osm}$	=	Osmolar clearance
Cr	=	Creatinine
FE	=	Fractional Excretion
GFR	=	Glomerular Filtration Rate
HR	=	Heart Rate
hr	=	Hour
K	=	Potassium
kg bw.	=	Kilogram of body weight
L	=	Litre
MAP	=	Mean arterial blood pressure
RAP	=	Mean renal arterial blood pressure
mEq	=	Milliequivalent
mg	=	Milligram
min	=	Minute
ml	=	Millilitre
mm. Hg	=	Millimeter mercury
mOsm	=	Milliosmole
uEq	=	Microequivalent
ul	=	Microlitre

uOsm	=	Micro-Osmole
Na	=	Sodium
U/P	=	Urine/Plasma
PCV	=	Packed Cell Volume
Pe	=	Plasma concentration of electrolyte
RBF	=	Renal blood flow
ERPF	=	Effective renal plasma flow
RVR	=	Renal vascular resistance
RVV	=	Russell's viper venom
V	=	Urine flow rate
UV	=	Urinary excretion rate
F	=	Filtered load



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย