6

ผลของการฉีดสารละลายเกลือฮัยเปอร์โทนิคและฮัยโปโทนิคต่อการทำงานของไตสุนัขที่ชักนำให้อยู่ในภาวะฮัยเปอร์ธัยรอยด์และฮัยโปธัยรอยด์

นางสาวสุวรรณา ทรงสัตย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สหสาขาวิชาสรีรวิทยา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2527

ISBN 974-563-826-9

008878

180894O9

EFFECTS OF HYPERTONIC AND HYPOTONIC SALINE INFUSION ON RENAL FUNCTIONS IN INDUCED HYPERTHYROID AND HYPOTHYROID DOGS

Miss Suwanna Songsataya

A Thesis Submitted in Partial fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Inter-Department of Physiology

Graduate School

Chulalongkorn University

1984

Thesis Title	Effects of Hypertonic and Hypotonic Saline Infusion on Renal Functions in Induced Hyperthyroid and Hypothyroid Dogs.
BY	Miss Suwanna Songsataya
Interdepartment	Physiology
Thesis Advisor	Associate Professor Narongsak Chaiyabutr, Ph.D.
Thesis Co-advisor	Associate Professor Prapa Loypetjra, DVM.

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in partial fulfillment of the requirements for Master's degree.

S. Bunnag
..... Dean of Graduate School

(Associate Professor Supradit Bunnag, Ph.D.)

Thesis Committee

Ayus Pichaicharnarong
..... Chairman

(Professor Ayus Pichaicharnarong, Ph.D.)

Bungorn Chomdej
..... Member

(Associate Professor Bungorn Chomdej, Ph.D.)

Prapa Loypetjra
..... Member

(Associate Professor Prapa Loypetjra, DVM.)

Narongsak Chaiyabutr
..... Member

(Associate Professor Narongsak Chaiyabutr, Ph.D.)

Copyright of the Graduate School, Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการฉีดสารละลายเกลือฮัยเปอร์โทนิคและฮัยโปโทนิคต่อการทำงานของไตสุนัขที่ชักนำให้อยู่ในภาวะฮัยเปอร์ธัยรอยด์และฮัยโปธัยรอยด์
ชื่อนิสิต	นางสาว สุวรรณา ทรงสัตย์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. ณรงค์ศักดิ์ ชัยบุตร
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ สพญ. ประภา ลอยเพ็ชร
สหสาขาวิชา	สรีรวิทยา
ปีการศึกษา	2527

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ผลการทำงานของไตขณะฉีดสารละลายเกลือฮัยเปอร์โทนิคและฮัยโปโทนิคเข้าหลอดเลือดแดงของไตโดยตรง ในสภาวะฮัยเปอร์และฮัยโปธัยรอยด์ ใช้สุนัขพันธุ์ทางเพศผู้จำนวน 17 ตัว แบ่งสุนัขเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มควบคุม, กลุ่มฮัยโปธัยรอยด์ (ผ่าตัดต่อมธัยรอยด์ออกทั้งสองข้าง) และกลุ่มฮัยเปอร์ธัยรอยด์ (ฉีดแอล-ธัยร็อกซีน 0.1 มก.ต่อ กก.น้ำหนักตัวต่อวัน ทางใต้ผิวหนังเป็นเวลา 1 สัปดาห์)

จากการศึกษาระบบไหลเวียนเลือดในกลุ่มฮัยโปธัยรอยด์เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม พบว่าอัตราการไหลของเลือดออกจากหัวใจ (CO), ปริมาณเลือดในร่างกาย (BV), ความดันเลือดแดงเฉลี่ย (MAP), ความต้านทานรวมของหลอดเลือดส่วนปลาย (TPR) และอัตราการไหลของปัสสาวะ (V) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่อัตราการเต้นของหัวใจ (HR) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) อัตราการกรองของไต (GFR) และปริมาณเลือดที่ไหลผ่านไต (RBF) ลดลงโดยเฉลี่ย 10% และ 21% ตามลำดับ ความต้านทานของหลอดเลือดไต (RVR) เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 5% ในขณะที่การขับทิ้งของเกลือโซเดียมทางปัสสาวะ ($U_{Na}V$) ลดลงโดยเฉลี่ย 11% แต่การขับทิ้งของเกลือโปตัสเซียม ($U_{K}V$), คลอไรด์ ($U_{Cl}V$), แคลเซียม ($U_{Ca}V$) และอินออร์แกนิค ฟอสฟอรัส ($U_{Pi}V$) ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนกลุ่มฮัยเปอร์ธัยรอยด์เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม พบว่า CO เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 54%, HR เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$) GFR และ RBF เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 16% และ 52% แต่ RVR ลดลงโดยเฉลี่ย 19% $U_{Na}V$, $U_{Cl}V$, $U_{Ca}V$ และ $U_{Pi}V$ เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 111%, 205%, 114% และ 93% ตามลำดับ ในขณะที่ V และ $U_{K}V$ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการฉีดสารละลายเกลือฮัยเปอร์โทนิคเข้าหลอดเลือดแดงของไต พบว่า ความเข้มข้นของเกลือโซเดียมในหลอดเลือดแดงของไตเพิ่มขึ้น 2.67 ± 1.81 (Mean ± S.D.) μEq/ml/min จากการทดลองในสุนัขกลุ่มควบคุมเมื่อเปรียบเทียบผลก่อนและหลังฉีดในไตเดียวกัน พบว่า อัตราการไหลของปัสสาวะ การขับทิ้งของเกลือโซเดียม โปตัสเซียม และคลอไรด์ทางปัสสาวะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในไตด้านทดลอง ($P < 0.05$) ส่วนอัตราการกรองของไต ปริมาณเลือดที่ไหลผ่านไตเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 13% และ 9% ในขณะที่การขับทิ้งของเกลือแคลเซียมและอินออร์แกนิค ฟอสฟอรัสทางปัสสาวะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ค่าความต้านทานของหลอดเลือดไตลดลงโดยเฉลี่ย 5% ค่า renal fraction เพิ่มขึ้น ความดันเลือดแดงเฉลี่ยและอัตราการกรองของไตด้านทดลองเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่ามีการขยายตัวของหลอดเลือดภายในไตด้านทดลอง (local vasodilatation) ส่วนการทำงานของไตด้านตรงข้ามพบการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยขณะฉีดสารละลายเกลือฮัยเปอร์โทนิค

ผลของการฉีดสารละลายเกลือฮัยเปอร์โทนิคในสุนัขกลุ่มฮัยโปธัยรอยด์โดยเปรียบเทียบกับผลก่อนและหลังฉีดในไตเดียวกัน ผลปรากฏว่า V, $U_{Na}V$, $U_{K}V$, $U_{Cl}V$, $U_{Pi}V$ และ RVR ในไตด้านทดลองเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 63%, 40%, 15%, 59% 11% และ 24% ตามลำดับ แต่ $U_{Ca}V$ และ RBF ลดลงเล็กน้อยขณะที่ GFR ในไตทั้งสองด้านลดลงอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังพบว่า $U_{Na}V$ ในไตด้านตรงข้ามเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ส่วน RBF, $U_{K}V$, $U_{Cl}V$, $U_{Ca}V$ และ $U_{Pi}V$ เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย การลดลงของ GFR และ RBF ในไตด้านทดลองของสุนัขกลุ่มฮัยโปธัยรอยด์ในขณะฉีดสารละลายเกลือฮัยเปอร์โทนิคนั้นไม่พบความสัมพันธ์ที่เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของ CO, MAP และ TPR ผลการทดลองนี้แสดงว่า มีการหดตัวของหลอดเลือดภายในไต (local vasoconstriction)

ผลของการฉีดสารละลายเกลือฮัยเปอร์โทนิคในกลุ่มฮัยเปอร์ธัยรอยด์โดยเปรียบเทียบผลก่อนและหลังฉีดในไตเดียวกัน พบว่า V, $U_{Na}V$, $U_{Cl}V$, $U_{Ca}V$ และ $U_{Pi}V$ ในไตด้านทดลองเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วน GFR, RBF และ $U_{K}V$ ลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ และพบว่า RVR ในไตทั้งสองด้านเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แต่ CO, MAP และ TPR เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยขณะฉีดสารละลายเกลือฮัยเปอร์โทนิค ซึ่งบ่งชี้ว่ามีการหดตัวของหลอดเลือดภายในไตทั้งสองด้าน (local vasoconstriction) ผลการศึกษาขณะ

ฉีดสารละลายเกลือฮัยเปอร์โทนิคในสุนัขทดลองทั้งสามกลุ่ม พบว่ามีการชักนำให้เกิดการขับปัสสาวะมากขึ้น (diuresis) ในไตด้านทดลอง เนื่องจากมีการเพิ่มของ V และ $U_{Na}V$

การฉีดสารละลายเกลือฮัยโปโทนิค์เข้าทางหลอดเลือดแดงของไตโดยตรง พบว่าความเข้มข้นของเกลือโซเดียมในหลอดเลือดแดงของไตลดลง 2.87 ± 1.94 (Mean ± S.D.) μEq/ml/min จากผลการทดลองในสุนัขกลุ่มควบคุมโดยเปรียบเทียบผลก่อนและหลังฉีดในไตเดียวกัน พบว่า RBF ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ซึ่งสัมพันธ์กับการเพิ่มของ RVR อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ในไตทั้งสองด้าน ส่วน GFR ลดลงเพียงเล็กน้อย จากการทดลองในกลุ่มฮัยเปอร์ธัยรอยด์ ผลปรากฏว่า GFR ลดลงอย่างมีนัยสำคัญในไตทั้งสองด้าน ($P < 0.05$) โดยสัมพันธ์กับค่า RVR ซึ่งเพิ่มขึ้นในขณะที่ RBF ลดลงเล็กน้อย สำหรับอัตราการไหลของปัสสาวะและการขับทิ้งของเกลือต่าง ๆ ทางปัสสาวะในไตทั้งสองด้านของสุนัขกลุ่มควบคุมและกลุ่มฮัยเปอร์ธัยรอยด์ลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ ยกเว้น U_KV ซึ่งเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในไตด้านตรงข้ามของสุนัขกลุ่มควบคุม ผลการทดลองดังกล่าว แสดงว่า มีการหดตัวของหลอดเลือดภายในไตทั้งสองด้านขณะฉีดสารละลายเกลือฮัยโปโทนิคในสุนัขกลุ่มควบคุมและกลุ่มฮัยเปอร์ธัยรอยด์ ส่วนผลการทดลองในสุนัขกลุ่มฮัยโปธัยรอยด์เมื่อฉีดสารละลายเกลือฮัยโปโทนิคนั้น พบว่า V และ $U_{Na}V$ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ในขณะที่ GFR, RBF, U_KV, $U_{Cl}V$, $U_{Ca}V$ และ $U_{Pi}V$ ลดลงเล็กน้อยในไตด้านทดลองโดยสอดคล้องกับค่า RVR ซึ่งเพิ่มขึ้น สำหรับไตด้านตรงข้ามพบการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเล็กน้อย ผลการทดลองนี้พบว่า มีการหดตัวของหลอดเลือดภายในไตด้านทดลองของสุนัขกลุ่มฮัยโปธัยรอยด์ขณะฉีดสารละลายเกลือฮัยโปโทนิคเช่นเดียวกับสุนัขกลุ่มควบคุมและกลุ่มฮัยเปอร์ธัยรอยด์ เนื่องจากมีการเพิ่มของ RVR

จากผลการทดลองนี้ บ่งชี้ว่าไตเป็นตัวตอบสนองการเปลี่ยนแปลงนี้ภายในไตเอง (primary effector) ขณะฉีดสารละลายเกลือฮัยเปอร์โทนิคและฮัยโปโทนิคเข้าทางหลอดเลือดแดงของไตโดยตรงในสุนัขกลุ่มฮัยโปธัยรอยด์และกลุ่มฮัยเปอร์ธัยรอยด์ ส่วนกลไกการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่เกิดขึ้น ยังไม่มีหลักฐานที่ระบุอย่างชัดเจนว่าเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนภายในไต (intrarenal hormonal changes) และ/หรือจากตัวควบคุมอื่น ๆ ภายในไต (intrarenal regulators)

Thesis Title	Effects of Hypertonic and Hypotonic Saline Infusion on Renal Functions in Induced Hyperthyroid and Hypothyroid Dogs
Name	Miss Suwanna Songsataya
Thesis Advisor	Associate Professor Narongsak Chaiyabutr, Ph.D.
Thesis Co-advisor	Associate Professor Prapa Loypetjra, DVM.
Interdepartment	Physiology
Academic Year	1984

ABSTRACT

The effects of hypertonic and hypotonic saline intrarenal infusion on renal functions were studied in experimental hypothyroid and hyperthyroid dogs. Seventeen adult male mongrel dogs were devided into three groups : group I as control, group II as hypothyroidism (by surgical thyroidectomy) and group III as hyperthyroidism (by daily subcutaneous injection of L-thyroxine 0.1 mg/kg for 1 week). Either hypertonic (537 mOsm/kg) or hypotonic (27 mOsm/kg) saline was directly infused into the left or right renal artery at the rate of 2.0 ml/min instead of the isotonic saline solution (290 mOsm/kg) as in the control group. The contralateral kidney was used to compare with the other one throughout the experimental peroid.

The present study showed that cardiac output (CO), blood volume (BV), mean arterial pressure (MAP) and total peripheral resistance (TPR) did not change significantly in hypothyroid group but heart rate (HR) decreased significantly compared with the same state of the control group. Glomerular filtration rate (GFR) and

renal blood flow (RBF) decreased by approximately 10% and 21% respectively but renal vascular resistance (RVR) increased by approximately 5%. The urinary excretion of sodium ($U_{Na}V$) decreased by approximately 11% whereas the urinary excretion of potassium ($U_{K}V$), chloride ($U_{Cl}V$), calcium ($U_{Ca}V$) and inorganic phosphorus ($U_{Pi}V$) changed slightly.

In the hyperthyroid animal, there was a significant increase in HR while no significant alterations of BV, MAP and TPR were observed. CO increased by approximately 54% as compared with the control state of the control animal. GFR and RBF increased by approximately 16% and 52% respectively but RVR decreased by approximately 19%. $U_{Na}V$, $U_{Cl}V$, $U_{Ca}V$ and $U_{Pi}V$ increased by approximately 111%, 205%, 114% and 93% respectively whereas $U_{K}V$ increased significantly.

Infusion of hypertonic saline solution, raising sodium concentration in that renal artery to 2.67 ± 1.81 (Mean ± S.D.) μEq/ml/min, caused a significant increase in V, $U_{Na}V$, $U_{K}V$ and $U_{Cl}V$ of the infused kidney in the control animals. GFR and RBF increased by approximately 13% and 9% whereas RVR decreased by approximately 5%. $U_{Ca}V$ and $U_{Pi}V$ increased slightly. The rise in renal fraction despite a non-significant change in RBF, GFR and MAP during hypertonic saline infusion in the control animals showed that there was a vasodilatation of the infused kidney. The renal hemodynamics of the contralateral kidney did not change markedly as compared with the control state of the same kidney.

Effect of hypertonic saline solution on the infused kidney in the hypothyroid animals caused an increase in V, $U_{Na}V$, $U_{K}V$, $U_{Cl}V$, $U_{Pi}V$ and RVR by approximately 63%, 40% 15%, 59%, 11% and 24% respectively

but $U_{Ca}V$ decreased slightly as compared with the control state of the same kidney. GFR decreased significantly in the both kidneys. $U_{Na}V$ increased markedly in the contralateral kidney while RBF, $U_{K}V$, $U_{Cl}V$, $U_{Ca}V$ and $U_{Pi}V$ changed slightly. A reduction in GFR and RBF of the infused kidney since CO, MAP and TPR did not changed significantly showed a local vasoconstriction during hypertonic saline infusion in the hypothyroid animals.

Hypertonic saline infusion was administered into the hyperthyroid animals caused a slight increase in V, $U_{Na}V$, $U_{Cl}V$, $U_{Ca}V$ and $U_{Pi}V$ of the infused kidney. GFR, RBF and $U_{K}V$ decreased insignificantly as compared with the control state of the same kidney. RVR increased markedly in the both kidneys indicated that there was a local vasoconstrictions of the kidneys during hypertonic saline infusion in the hyperthyroid animals. Effects of hypertonic saline infusion induced diuresis of the infused kidney judging from an increase in V and $U_{Na}V$ in three groups.

Infusion of hypotonic saline solution lowering renal arterial plasma sodium concentration to 2.87 ± 1.94 (Mean ± S.D.) μEq/ml/min, caused a significant increase in RVR whereas a significant decrease in RBF of both kidneys in the control animals. GFR decreased slightly in the both kidneys. During hypotonic saline infusion in the hyperthyroid animals, GFR decreased markedly in the both kidneys that related to an increase in RVR. RBF decreased insignificantly in the both kidneys. The urinary excretions of electrolytes and the rate of urine flow were not significantly decreased in the both kidneys

of the control and hyperthyroid animals except the slight increase in U_KV of the contralateral kidney in the control animals. These results showed that there was a local vasoconstriction of the both kidneys in the control and hyperthyroid animals during hypotonic saline infusion.

In the hypothyroid animals, hypotonic saline infusion caused a significant decrease in V and $U_{Na}V$ whereas a slight decrease in GFR, RBF, U_KV, $U_{Cl}V$, $U_{Ca}V$ and $U_{Pi}V$ of the infused kidney. RVR was increased slightly. The contralateral kidney did not chang markedly. Effect of hypotonic saline infusion has been shown that there was a local vasoconstriction of the infused kidney judging from an increase in RVR in all groups of the animals.

These results suggest that kidneys can function as primary effector to the hypertonic and hypotonic saline solutions introduced directly into them. The mechanisms of physiological changes in the hyperthyroid and hypothyroid animals are not clear, the possibility may be the intrarenal hormonal changes and/or the intrarenal regulators.

ACKNOWLEDGEMENTS

I wish to express my deepest gratitude to my advisor, Dr. Narongsak Chiayabutr for his interest, suggestions, kind,critical reading of the manuscript and his encouragement throughout the preparation of this thesis.

My deep appreciation is also expressed to Professor Ayus Pichaicharnarong for his suggestion of some techniques in preliminary work. In addition I would like to extend my thanks to Associate Professor Prapa Loypetjra who served on my co-advisor and committee.

Also, I thank to other members of the Department of Physiology for helping at various times during the course of this research.

Finally, I would like to extend my thanks to the Graduate School, Chulalongkorn University for funding supports and to the Department of Physiology, Faculty of Veterinary Science for providing of the facilities.

CONTENTS

Page

THAI ABSTRACT iv

ENGLISH ABSTRACT vii

ACKNOWLEDGEMENT xi

CONTENTS xii

LIST OF TABLES xiii

LIST OF FIGURES xvi

ABBREVIATIONS ixx

CHAPTER

I INTRODUCTION AND AIMS 1

II BACKGROUND INFORMATION 3

III MATERIALS AND METHODS 9

IV RESULTS

GROUP I

GENERAL CIRCULATION 17

RENAL FUNCTIONS 17

GROUP II

GENERAL CIRCULATION 24

RENAL FUNCTIONS 30

GROUP III

GENERAL CIRCULATION 32

RENAL FUNCTIONS 32

V DISCUSSION 54

APPENDIX 60

BIBLIOGRAPHY 71

BIOGRAPHY 87

LIST OF TABLES

Table		Page
1	Effects of hypertonic and hypotonic saline infusion on general circulation of six dogs in the control group	18
2	Effects of hypertonic and hypotonic saline infusion on renal hemodynamics compared with the control state in the control group	19
3	Effects of hypertonic and hypotonic saline infusion on plasma concentration of electrolytes compared with the control state in the control group	20
4	Effects of hypertonic and hypotonic saline infusion on urinary excretion of electrolytes and fractional excretion of electrolytes compared with the control state in the control group	21
5	Effects of hypertonic and hypotonic saline infusion on plasma osmolarity; urine osmolarity, U/P osmolarity ratio, osmolar clearance and free water clearance compared with the control state in the control group	22

Table Page

6 Effects of hypertonic and hypotonic saline infusion on general circulation of six dogs in the hypothyroid groups 25

7 Effects of hypertonic and hypotonic saline infusion on renal hemodynamics compared with the control state in the hypothyroid group 26

8 Effects of hypertonic and hypotonic saline infusion on plasma concentration of electrolytes compared with the control state in the hypothyroid group 27

9 Effects of hypertonic and hypotonic saline infusion on urinary excretion of electrolytes and fractional excretion of electrolytes compared with the control state in the hypothyroid group 28

10 Effects of hypertonic and hypotonic saline infusion on plasma osmolarity, urine osmolarity, U/P osmolarity ratio, osmolar clearance and free water clearance compared with the control state in the hypothyroid group 29

11 Effects of hypertonic and hypotonic saline infusion on general circulation of five dogs in the hyperthyroid group 33

12 Effects of hypertonic and hypotonic saline infusion on renal hemodynamics compared with the control state in the hyperthyroid group 34

Table | Page

13 Effects of hypertonic and hypotonic saline infusion on plasma concentration of electrolytes compared with the control state in the hyperthyroid group 35

14 Effects of hypertonic and hypotonic saline infusion on urinary excretion of electrolytes and fractional excretion of electrolytes compared with the control state in the hyperthyroid group 36

15 Effects of hypertonic and hypotonic saline infusion on plasma osmolarity, urine osmolarity, U/P osmolarity ratio, osmolar clearance and free water clearance compared with the control state in the hyperthyroid group 37

16 Mean values of serum thyroxine, body mass, mass of thyroid gland and kidneys in the control, hypothyroid and hyperthyroid group 40

LIST OF FIGURES

Figure		Page
A	Schema of the experiment	10
1	Mean values of cardiac output, mean arterial blood pressure, heart rate and plasma volume in control, hypothyroid and hyperthyroid group	41
2	Effects of hypertonic and hypotonic saline infusion on the rate of urine flow in hypothyroid and hyperthyroid group compared with the same state of control group	42
3	Effects of hypertonic and hypotonic saline infusion on glomerular filtration rate in hypothyroid and hyperthyroid group compared with the same state of control group	43
4	Effects of hypertonic and hypotonic saline infusion on renal blood flow in hypothyroid and hyperthyroid group compared with the same state of control group	44
5	Effects of hypertonic and hypotonic saline infusion on renal vascular resistance in hypothyroid and hyperthyroid group compared with the same state of control group	45

Figure Page

6 Mean values of filtration fraction in hypothyroid and hyperthyroid group compared with the same state of control group during hypertonic and hypotonic saline infusion 46

7 Mean values of renal fraction in hypothyroid and hyperthyroid group compared with the same state of control group during hypertonic and hypotonic saline infusion 47

8 Effects of hypertonic and hypotonic saline infusion on urinary excretion of sodium and chloride in hypothyroid and hyperthyroid group compared with the same state of control group 48

9 Effects of hypertonic and hypotonic saline infusion on urinary excretion of potassium in hypothyroid and hyperthyroid group compared with the same state of control group 49

10 Effects of hypertonic and hypotonic saline infusion on urinary excretion of calcium and inorganic phosphorus in hypothyroid and hyperthyroid group compared with the same state of control group 50

11 Effects of hypertonic and hypotonic saline infusion on fractional excretion of sodium and chloride in hypothyroid and hyperthyroid group compared with the same state of control group 51

Figure Page

12 Effects of hypertonic and hypotonic saline infusion on fractional excretion of potassium in hypothyroid and hyperthyroid group compared with the same state of control group 52

13 Effects of hypertonic and hypotonic saline infusion on fractional excretion of calcium and inorganic phosphorus in hypothyroid and hyperthyroid compared with the same state of control group 53

ABBREVIATIONS

MAP	=	Mean arterial pressure
TPR	=	Total peripheral resistance
PCV	=	Packed cell volume
CO	=	Cardiac output
HR	=	Heart rate
SV	=	Stroke volume
PV	=	Plasma volume
BV	=	Blood volume
RBF	=	Renal blood flow
ERPF	=	Effective renal plasma flow
GFR	=	Glomerular filtration rate
FF	=	Filtration fraction
RVR	=	Renal vascular resistance
U/P	=	Urine/Plasma
V	=	The rate of urine flow
P_E	=	Plasma concentration of electrolytes
FE_E	=	Fractional excretion of electrolytes
U_EV	=	Urinary excretion of electrolytes
RF	=	Renal fraction