

ผลของความเครียดเนื่องจากความร้อนที่มีต่อการขับทิ้งของอิเล็กโทรไลต์ทางไต
สัมพันธ์กับน้ำในร่างกายของกระบือปลัก



นางสาวกัลยา ยังสุขยิ่ง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สหสาขาวิชาสารวิทยา (ค. ๕)

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2529

ISBN 974-566-946-6

012081

EFFECTS OF HEAT STRESS ON THE RENAL ELECTROLYTE
EXCRETION RELATED TO BODY FLUID
OF THE SWAMP BUFFALOES

Miss Kalaya Youngsukying

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

Thesis Title Effects of Heat Stress on the Renal Electrolyte
 Excretion Related to Body Fluid of the Swamp
 Buffaloes

By Miss Kalaya Youngsukying

Inter-Department Physiology

Thesis Advisor Associate Professor Prapa Loypetjra, D.V.M.
 Associate Professor Narongsak Chaiyabutr, Ph.D.



Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in
Partial Fulfillment of the Requirements for 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.)

..... *Prapa Loypetjra* Member
(Associate Professor Prapa Loypetjra, D.V.M.)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของความเครียด เนื่องจากความร้อนที่มีต่อการขับทิ้งของอิเล็กโทรลัยท์ทางไตสัมพันธ์กับน้ำในร่างกายของกระป๋องปลัก
ชื่อนิสิต	นางสาว กัลยา ยังสุขยิ่ง
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ สพ.ญ. ประภา ลอยเพชร รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ศักดิ์ ชัยบุตร
สาขาวิชา	สัตววิทยา
ปีการศึกษา	2528



บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ทำขึ้น เพื่อศึกษาถึงผลของความเครียด เนื่องจากความร้อนที่มีต่อการขับทิ้งของอิเล็กโทรลัยท์ทางไตในกระป๋องปลัก การศึกษาทำในกระป๋องปลัก อายุ 5-8 ปี ที่มีสุขภาพสมบูรณ์ น้ำหนักตัว 300-400 ก.ก. จำนวน 6 ตัว การทดลองทำในภาวะที่สัตว์ทดลองรู้สึกตัวและอยู่ในท่ายืนบนพื้นคอนกรีตภายในห้องที่สามารถปรับอุณหภูมิได้ โดยแบ่งการทดลองเป็นภาวะควบคุมและภาวะเครียด เนื่องจากความร้อน ซึ่งสัตว์ทดลองทุกตัวจะถูกศึกษาทั้งสองภาวะ ในขณะทำการทดลองสัตว์ทดลองจะต้องงดน้ำและอาหาร ในแต่ละภาวะการทดลองจะฉีดสารกัมมันตภาพรังสี-ตรีเทียมในรูปของน้ำขนาด 3,000 ไมโครคูรีและสารเคมี ที-1824 ความเข้มข้น 0.5 % ปริมาณ 20 มิลลิลิตรต่อสัตว์ทดลอง 1 ตัว วัดค่าพารามิเตอร์ทุกตัวก่อนและหลังการฉีดสารกัมมันตภาพรังสีและสารเคมีโดยวัดทุกชั่วโมงเป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากการทดลองพบว่าอัตราการเต้นของหัวใจ, อัตราการหายใจและอุณหภูมิของร่างกายวัดทางทวารหนักในขณะที่มีความเครียดเนื่องจากความร้อน จะมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในขณะที่ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นมีแนวโน้มจะลดลง เมื่อเทียบกับสัตว์ทดลองในภาวะควบคุม ปริมาตรของน้ำเลือดมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญขณะที่ปริมาตรของเลือดมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้น และค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำทั้งหมดในร่างกายและปริมาณของของเหลวในกระเพาะอาหารส่วนหน้าของกระป๋องปลักที่อยู่ในภาวะเครียด เนื่องจากความร้อนไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อัตราการเคลื่อนผ่านของของเหลวในกระเพาะอาหารส่วนหน้าของสัตว์ทดลองที่ได้รับความเครียด เนื่องจากความร้อนมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับ

สัตว์ทดลองในภาวะควบคุมค่าเฉลี่ยของอัตราการหมุนเวียนของน้ำในร่างกายสัตว์ทดลองเพิ่มขึ้นประมาณ 2 เท่า ในขณะที่สัตว์ทดลองเครียดจากความร้อนซึ่งมีความสัมพันธ์กับการลดลงของเวลาครึ่งชีวิตของสารกัมมันตภาพรังสีตรีเทียมในร่างกาย ระดับความเข้มข้นของอิเล็กโทรลัยท์ในน้ำเลือด และความเข้มข้นของโปตัสเซียมและคลอไรด์ในของเหลวที่อยู่ในกระเพาะอาหารส่วนหน้าเกือบจะคงที่ตลอดการทดลองทั้งสองภาวะ แต่ความเข้มข้นของโซเดียมในของเหลวที่อยู่ในกระเพาะอาหารส่วนหน้าในช่วงที่ 5 และ 6 หลังจากที่ได้รับ ความเครียดจากความร้อนมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ความเข้มข้นของครีเอตินีนในพลาสมา มีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากความเครียดจากความร้อน แพรคชั่นแนล เอ็กครีชั่นของโซเดียมในภาวะควบคุม ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่แพรคชั่นแนล เอ็กครีชั่นของโปตัสเซียมและคลอไรด์ในภาวะควบคุมมีแนวโน้มจะลดลง ส่วนในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนพบว่าแพรคชั่นแนล เอ็กครีชั่นของโซเดียมโปตัสเซียม และคลอไรด์มีแนวโน้มจะลดลง ระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนอัลโดสเทอโรนในน้ำเลือดแสดงแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากความเครียดจากความร้อน

จากการทดลองครั้งนี้สรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจ, การหายใจ ปริมาตรของน้ำเลือด, อัตราการหมุนเวียนของน้ำในร่างกายและแนวโน้มจะเพิ่มอัตราการเคลื่อนผ่านของน้ำจากกระเพาะอาหารส่วนหน้าเป็นกลไกในร่างกายของสัตว์ทดลอง ที่จะปรับตัวเมื่ออยู่ในอุณหภูมิแวดล้อมที่สูง ความเครียดเนื่องจากความร้อน ทำให้เกิดแนวโน้มที่จะลดแพรคชั่นแนล เอ็กครีชั่นของอิเล็กโทรลัยท์ลง ซึ่งสัมพันธ์กับการหลั่งของฮอร์โมนอัลโดสเทอโรน เพื่อช่วยในการสงวนเกลือแร่ซึ่งจำเป็นในการปรับตัวของกระป๋องปลั๊กต่อความเครียดเนื่องจากความร้อน

Thesis Title Effects of heat stress on the renal electrolyte excretion related to body fluid of the swamp buffaloes.

Name Miss Kalaya Youngsukying

Thesis Advisor Associate Professor Prapa Loypetjra, D.V.M.
Associate Professor Narongsak Chaiyabutr, Ph.D.

Inter-Department Physiology

Academic Year 1985



ABSTRACT

This investigation was performed to study the effects of heat stress on renal electrolyte excretion of swamp buffaloes. Six healthy swamp buffaloes, 5-8 year old and their body weights ranging from 300-400 kgs were used. The experiments were carried out on unanesthetized animals in the standing position on the concrete floor in the room which could adjust temperature. The experiment was divided into control and acute heat stress period. All the animals were studied both periods. During experiment, water and feed were withheld. Each period, the animals were infused 3,000 μ Ci of tritiated water and 20 ml of 0.5% T-1824 per animal. All parameters were measured before infusion of tritiated water and T-1824 and observed for period of 6 hours after infusion. Heart rate, respiratory rate and rectal temperature of the heat stressed buffaloes significantly increased while packed cell volume had a tendency to decrease. Plasma volume significantly increased whereas blood volume had a tendency to increase and mean total body water of

buffaloes and ruminal fluid volume after heat stress did not significantly change. The outflow rate of ruminal fluid after heat stress had a tendency to increase when compared to that of control period. The mean value of water turnover rate of heat stressed buffaloes increased about 2-folded which corresponding to the decrease of half-life of tritiated water in the body. Plasma concentration of electrolytes (Na, K, Cl) and ruminal fluid concentration of potassium and chloride were almost constant throughout the periods of both control and heat stress but ruminal fluid concentration of sodium significantly increased on the fifth and sixth hour after heat exposure. Plasma concentration of creatinine showed a tendency to increase due to the effect of heat stress. In control period, fractional excretion of sodium nonsignificantly changed while the fractional excretion of potassium and chloride tended to decrease. Fractional excretion of sodium, potassium and chloride tended to decrease after heat stress. Plasma concentration of aldosterone showed a tendency to increase due to the effect of heat stress. These results may conclude that the change in cardiorespiratory frequency, plasma volume and water turnover rate and a tendency to increase ruminal fluid outflow rate are the mechanism for adaptation to hot environments of animals. Acute heat stress causes the tendency to decrease fractional excretion of electrolytes which appears to be associated with aldosterone secretion in order to conserve salt for adaptation to heat stress.



ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express my deepest gratitude to my advisor, Associate Professor Prapa Loypetjra, and my co-advisor, Associate Professor Dr. Narongsak Chaiyabutr, for their kind advice, guidance, keen interest, and constant encouragement throughout this study.

Sincere and warm appreciation of kind is due to Professor Dr. Ayus Pichaichanarong of the Department of Physiology, Faculty of Veterinary Science, Chulalongkorn University for his kindness and understanding.

I am also indebted to the staff of the Department of Physiology, Faculty of Veterinary Science, Chulalongkorn University, for provision the facilities used in experimental work.

Finally, I would like to extent my appreciation to my parents for their love and encouragement given to me.

This study supported in part by Somdej Phramahittalhathibeth Research fund.



CONTENTS

	Page
THAI ABSTRACT	iv
ENGLISH ABSTRACT	vi
ACKNOWLEDGEMENTS	viii
CONTENTS	ix
LIST OF TABLES	xi
LIST OF FIGURES	xii
ABBREVIATION	xiii
CHAPTER	
I INTRODUCTION AND AIMS	1
II BACKGROUND INFORMATION	4
1. Effect on cardiorespiratory frequency and rectal temperature	4
2. Effect on body fluid volume and water turnover rate	5
3. Effect on urinary electrolyte excretion and plasma aldosterone levels	6
III MATERIALS AND METHODS	
1. Animals preparation	7
2. Experimental procedures	8
3. Method of measurement and determination ..	11

	page
IV RESULTS	16
1. Cardiorespiratory frequency, packed cell volume and rectal temperature	16
2. Body fluid	20
3. Plasma electrolyte concentration, fractional electrolyte excretion, ruminal fluid electrolyte concentration and plasma aldosterone levels	24
V DISCUSSION	33
BIBLIOGRAPHY	39
APPENDIX	46
BIOGRAPHY	66

LIST OF TABLES

Table		Page
1	Mean values of environmental conditions during experiment of six swamp buffaloes	17
2	Effects of acute heat stress on heart rate, respiratory rate, rectal temperature and packed cell volume of six swamp buffaloes	18
3	Effects of heat stress on plasma volume and blood volume of six swamp buffaloes	21
4	Effects of acute heat stress on total body water, water turnover rate and half life of tritiated water of six swamp buffaloes	22
5	Effects of acute heat stress on ruminal fluid volume and its outflow rate of six swamp buffaloes	23
6	Effects of acute heat stress on plasma concentration of electrolytes and creatinine of six swamp buffaloes	25
7	Effects of acute heat stress on fractional excretion of electrolytes and urinary/plasma ratio of creatinine of six swamp buffaloes	27
8	Effects of acute heat stress on ruminal fluid concentration of electrolytes of six swamp buffaloes	29
9	Effects of acute heat stress on plasma aldosterone levels of six swamp buffaloes	31

LIST OF FIGURES

Figure		Page
1	Effects of acute heat stress on the change (%) of heart rate, respiratory rate and rectal temperature of six swamp buffaloes	19
2	Effects of acute heat stress on plasma concentration of electrolytes (Na, K, Cl) of six swamp buffaloes	26
3	Effects of acute heat stress on fractional excretion of electrolytes (Na, K, Cl) of six swamp buffaloes	28
4	Effects of acute heat stress on ruminal fluid concentration of electrolytes (Na, K, Cl) of six swamp buffaloes	30
5	Correlation of plasma aldosterone levels and fractional excretion of sodium of six swamp buffaloes	32



ABBREVIATION

admin.	=	administration
Bl.	=	blood
BV	=	blood volume
Cl	=	chloride
conc ⁿ	=	concentration
cpm	=	count per minute
F.E. _{Cl}	=	fractional excretion of chloride
F.E. _K	=	fractional excretion of potassium
F.E. _{Na}	=	fractional excretion of sodium
g	=	gramme
Hct	=	haematocrit (packed cell volume)
hr	=	hour
H.R.	=	heart rate
K	=	potassium
kg	=	kilogram
L	=	litre
L/d	=	litre per day
L/100 kg	=	litre per 100 kilogram of body weight
L/100 kg/d	=	litre per 100 kilogram of body weight per day
mEq/L	=	milliequivalent per litre
mg	=	milligram
min	=	minute
ml	=	millilitre

$\text{ml/kg}^{0.82}/\text{d}$	=	millilitre per (kilogram of body weight) ^{0.82} per day
Na	=	sodium
nm	=	nanometre
PEG	=	polyethylene glycol
pg/ml	=	picogram per millilitre
P_{Cl}	=	plasma concentration of chloride
P_{K}	=	plasma concentration of potassium
P_{Na}	=	plasma concentration of sodium
PV	=	plasma volume
R_{Cl}	=	ruminal fluid concentration of chloride
R_{K}	=	ruminal fluid concentration of potassium
R_{Na}	=	ruminal fluid concentration of sodium
R.R.	=	respiratory rate
R.T.	=	rectal temperature
TOH	=	tritiated water
μCi	=	microcurie
$\mu\text{g/ml}$	=	microgram per millilitre
μl	=	microlitre