

การเปลี่ยนแปลงค่าโซเดียม โปแตสเซียม เอทีพีเอส ความเข้มข้นของ
โซเดียม โปแตสเซียม ระหว่างและหลังออกกำลังกาย



วิชัย นัยรักษ์เสรี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาอายุรศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2538

ISBN 974-632-255-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I16696839

**CHANGES OF Na-K-ATPase, SODIUM AND POTASSIUM
CONCENTRATION IN ERYTHROCYTES
DURING AND AFTER EXERCISE**

Wichai Naiyaraksaeree

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science**

Department of Medicine

Graduate School

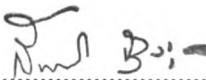
Chulalongkorn University

1995


ISBN 974-632-255-9

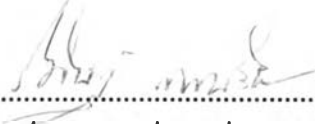
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การเปลี่ยนแปลงค่าโซเดียม โปแตสเซียม เอทีพีเอส ความเข้มข้น
ของโซเดียม โปแตสเซียม ระหว่างและหลังออกกำลังกาย
โดย นายวิชัย นัยรักษ์เสรี
ภาควิชา อายุรศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์นายแพทย์วิศิษฎ์ สิตปรีชา
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ปิยะรัตน์ ไตรสุโขวงศ์

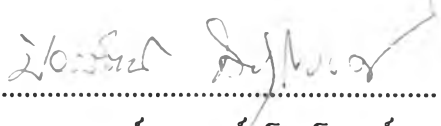
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต



..... คณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ อุทสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์นายแพทย์ชัยเวช นุชประยูร)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ศาสตราจารย์นายแพทย์วิศิษฎ์ สิตปรีชา)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ปิยะรัตน์ ไตรสุโขวงศ์)


..... กรรมการ
(ศาสตราจารย์นายแพทย์กัมมัตต์ พันธุ์จินดา)

พิมพ์ต้นฉบับบทความวิจัยวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว



วิชัย นักรักษ์เสรี : การเปลี่ยนแปลงค่าของโซเดียม โปแตสเซียม เอทีพีเอส ความเข้มข้นของโซเดียม โปแตสเซียม ระหว่างและหลังออกกำลังกาย (CHANGES OF Na-K-ATPase, SODIUM AND POSTASSIUM CONCENTRATION IN ERYTHROCYTES DURING AND AFTER EXERCISE)
อ.ที่ปรึกษา : ศ.นพ.วิศิษฎ์ สิตปรีชา, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ.ปิยะรัตน์ โดสุโขวงศ์, 74 หน้า
ISBN 972-632-255-9

มีรายงานการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับโรคไหลตายในทหารและคนงานหลังจากทำงานหนักว่าอาจเกี่ยวกับการเสียดุลของอิเล็กโทรไลต์ จุดประสงค์ของการศึกษาวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพลาสมาอิเล็กโทรไลต์ ความเข้มข้นของประจุบวกภายในเม็ดเลือดแดงจำนวน และกัมมันตภาพของโซเดียม โปแตสเซียม เอทีพีเอส ระหว่างและหลังการออกกำลังกายในนักกีฬา 12 ราย และผู้ที่ไม่ใช่นักกีฬา 12 ราย โดยแต่ละรายจะทำการปั่นจักรยานอยู่กับที่ (bicycle ergometer) โดยเริ่มต้นที่แรงต้านเสียดทานของจักรยานที่ 20 % ของสมรรถภาพสูงสุด และเพิ่มทีละ 20 % ทุก 6 นาที, จนถึง 80 % ของสมรรถภาพสูงสุด ผู้วิจัยจะทำการเจาะเลือดที่จุดเริ่มต้นก่อนปั่นจักรยานที่ 80 % ของสมรรถภาพสูงสุด และ 10 นาทีหลังปั่นจักรยาน ผลการศึกษาพบว่า ที่ 80 % ของสมรรถภาพสูงสุด ความเข้มข้นของอิเล็กโทรไลต์ และแลคเตท (lactate) เพิ่มขึ้นทั้งในกลุ่มที่เป็นนักกีฬาและกลุ่มควบคุม โดยที่โปแตสเซียมในกลุ่มนักกีฬาเพิ่มขึ้นไม่มากเท่ากับในกลุ่มควบคุม ค่าของ ouabain binding sites และความเข้มข้นของแมกนีเซียมในพลาสมาจะสูงกว่าในกลุ่มที่เป็นนักกีฬา นอกจากนี้ยังพบว่า การออกกำลังกายไม่ได้เปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของประจุบวกในเม็ดเลือดแดงและกัมมันตภาพของโซเดียม โปแตสเซียม เอทีพีเอส ในนักกีฬา แต่ในกลุ่มควบคุมจะมีการลดลงของความเข้มข้นของโซเดียมในเม็ดเลือดแดง และกัมมันตภาพของโซเดียม โปแตสเซียม เอทีพีเอส หลังออกกำลังกาย 10 นาที

ผลการวิจัยนี้บ่งชี้ว่า การออกกำลังกายในกลุ่มที่เป็นนักกีฬา และกลุ่มควบคุมมีผลที่แตกต่างกันต่อความเข้มข้นของโซเดียมในเม็ดเลือดแดง และกัมมันตภาพของโซเดียม โปแตสเซียม เอทีพีเอส

ภาควิชา วิทยาศาสตร์
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ (โรคไต)
ปีการศึกษา 25.3.7
ลายมือชื่อ.....

ลายมือชื่อ..... วิชัย นักรักษ์เสรี
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ศ.นพ.วิศิษฎ์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รศ.ปิยะรัตน์
ลายมือชื่อ.....



#C546927
KEY WORD:

: MAJOR

MEDICINE (Nephrology)

NA-K-ATPASE / SUDIUM / POTASSIUM / ERYTHROCYTES / EXERCISE

WICHAI NAIYARAKSAEREE : CHANGES OF Na-K-ATPase, SODIUM AND POSTASSIUM CONCENTRATION IN ERYTHROCYTES DURING AND AFTER EXERCISE. THESIS ADVISOR : PROF. VISITH SITPRIJA,MD.,Ph.D. THESIS CO-ADVISOR : PIYARATANA TOSUKHOWONG. 74 pp ISBN 974-632-255-9


There were some reports concerned about sudden unexplained death syndrome in soldiers after military training, and in labers after work hard. These studies some electrolytes imbalance. Therefore the objective of this study were to investigate the changes in plasma electrolytes, intraerythrocyte cationic concentration, activity and number of Na-K-ATPase during and after exercise, in 12 athletes and 12 control male subjects. 3All subjects performed an uninterrupted incremental exercise test on a bicycle ergometer, starting at an initial work load of 20 % of the subjects' maximal exercise capacity, as determined in a pretest. The work rate was increased with an additional 20 % each 6 min. up to a final work load of 80 %. Blood samples were taken at rest, 80 % of maximal exercise capacity and 10 min. after cessation of exercise. At 80 % of maximal exercise capacity, the plasma concentrations of electrolytes and lactate are elevated both in control subjects and athletes. However, the plasma potassium in the athletes was not increased so much as in control subjects. The baseline erythrocyte ouabain binding sites (OBS) and plasma magnesium in the athletes were more than in the control groups.

The studies also show that exercise does not change the intraerythrocyte cations and the activity of the erythrocyte Na-K-ATPase pump in athletes but decrease the intraerythrocyte sodium and the activity of the erythrocyte Na-K-ATPase pump after 10 minute exercise in the control subjects. It is concluded that exercise in athletes and control subjects have different effects on intraerythrocyte sodium and the activity of Na-K-ATPase .

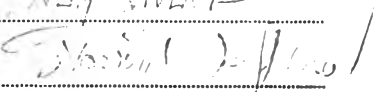
ภาควิชา.....อายุรศาสตร์.....

สาขาวิชา.....อายุรศาสตร์(โรคไต).....

ปีการศึกษา.....2537.....

ลายมือชื่อ นิสิต..... .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... .....

Acknowledgement

I would like to express my sincere and deepest gratitude to my advisor, Professor Visith Sitprija and co–advisor, Associate Professor Piyaratana Tosukhowong, for their encouragement and supervision throughout this study and in preparation of this manuscript. My deep thanks also go to Assist. Professor Chuangchan Chaitachawong for search of the subjects. My deep appreciation is also conveyed to Mr. Pongsak Pansin who worked with me during six months of the study.

Finally, I am extremely grateful to my parents, my wife and my children for their love, understanding and encouragement throughout my life.



CONTENTS

CHAPTER	PAGE
I INTRODUCTION.....	1
Objectives.....	4
II REVIEW OF THE RELATED LITERATURES.....	5
Structure–function studies of the Na–K–ATPase.....	5
Introduction.....	5
Structural features of the Na–K–ATPase.....	9
Amino acid sequence and transmembrane topology.....	9
Structure and assembly of subunits.....	12
Isoform and species differences.....	13
Functional domains of the Na–K–ATPase.....	15
Receptor for cardiac glycosides.....	15
Cation binding sites.....	19
ATP binding pocket.....	21
Short term regulation of Na–K–ATPase activity.....	22
Long term regulation of Na–K–ATPase activity.....	25
Physiology of exercise.....	32
Metabolism–production of energy for work.....	32
Fluid and electrolyte metabolism in exercise.....	36
III METHODOLOGY	
Terminology.....	43
Subjects.....	44
Methods.....	45
Preparation of blood samples.....	45
Plasma and intracellular electrolytes.....	47
Plasma lactate and osmolality.....	47
(³ H)–ouabain–binding site assay.....	47

ATPase assay.....	48
Statistical analysis.....	49
CHAPTER	
IV RESULTS.....	50
Heart rate and exercise capacity.....	50
Plasma osmolality, bicarbonate, lactate and blood lactate.....	51
Plasma and erythrocyte sodium.....	51
Plasma and erythrocyte potassium.....	52
Ouabain binding site and Na-K-ATPase activity.....	52
Plasma magnesium and erythrocyte magnesium.....	52
V DISCUSSION	
Effect of exercise in human being.....	59
Effect of exercisettraining on plasma and erythrocyte electrolyte concentration.....	60
REFERENCES.....	63
CURRICULUM VITAE.....	74