ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
E47380

AEROBIC CAPACITY IN PATIENTS WITH SUSPECTED CORONARY ARTERY DISEASE

MISS THAPANEE REANGRIT

A THESIS FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
KHON KAEN UNIVERSITY
2010

b00255033

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
E47380

AEROBIC CAPACITY IN PATIENTS WITH SUSPECTED CORONARY ARTERY DISEASE

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

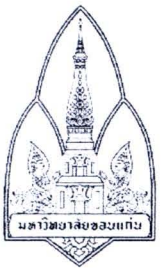
MISS THAPANEE REANGRIT

A THESIS FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
KHON KAEN UNIVERSITY
2010

AEROBIC CAPACITY IN PATIENTS WITH SUSPECTED CORONARY ARTERY DISEASE

MISS THAPANEE REANGRIT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN MEDICAL PHYSIOLOGY
GRADUATE SCHOOL KHON KAEN UNIVERSITY
2010



THESIS APPROVAL

KHON KAEN UNIVERSITY

FOR

MASTER OF SCIENCE

IN MEDICAL PHYSIOLOGY

Thesis Title: Aerobic capacity in patients with suspected coronary artery disease

Author: Miss Thapnee Reangrit

Thesis Examination Committee:

Asst. Prof. Dr. Ratree Ruangthai	Chairperson
Asst. Prof. Dr. Panakaporn Wannanon	Member
Asst. Prof. Dr. Naruemon Leelayuwat	Member
Asst. Prof. Dr. Terdthai Tong-un	Member

Thesis Advisors:

..... Advisor

(Asst. Prof. Dr. Panakaporn Wannanon)

..... Co-Advisor

(Asst. Prof. Dr. Naruemon Leelayuwat)

....

(Assoc. Prof. Dr.Lampang Manmart) (Prof. Dr.Pisake Lumbiganon)

Dean, Graduate School Dean, Faculty of Medicine

Copyright of Khon Kaen University

ฐาปนี เริงฤทธิ์. 2553. ***สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนในผู้ที่สงสัยว่าเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจ.*** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสรีรวิทยาทางการแพทย์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปณคพร วรรณานนท์,
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤมล ลีลายุวัฒน์

บทคัดย่อ

E 47380

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจน ซึ่งวัดจากการใช้ออกซิเจนสูงสุดขณะการออกกำลังกาย เป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญที่บอกถึงอัตราเสี่ยงต่อการตายด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือด แต่ยังไม่มีงานวิจัยที่รายงานสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน และความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน และ ไขมันในเลือด, การเต้นของหัวใจ, ความดันเลือด และ วิธีการซึ่งใช้ในการตรวจยืนยันโรคหลอดเลือดหัวใจ ซึ่งประกอบด้วย การตรวจหัวใจด้วยคลื่นเสียงสะท้อนหัวใจความถี่สูงและการตรวจสวนของหลอดเลือดหัวใจ ของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดหัวใจที่เป็นคนไทย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษา 1) ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน 2) ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน และ ไขมันในเลือด, การเต้นของหัวใจ, ความดันเลือด และ วิธีการซึ่งใช้ในการตรวจยืนยันโรคหลอดเลือดหัวใจ ซึ่งประกอบด้วย การตรวจหัวใจด้วยคลื่นเสียงสะท้อนหัวใจความถี่สูงและการตรวจสวนของหลอดเลือดหัวใจ และ 3) ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนและปัจจัยเสี่ยงการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจในผู้ป่วยคนไทยที่สงสัยว่าเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจ โดยอาสาสมัครในการศึกษานี้มีจำนวน 50 คน อายุระหว่าง 30-75 ปี เป็นชาย 34 คน หญิง 16 คน ที่แพทย์สงสัยว่าจะเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจ จึงส่งตรวจสมรรถภาพหัวใจโดยการออกกำลังกาย ที่ศูนย์หัวใจสิริกิติ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผลการตรวจสมรรถภาพหัวใจโดยการออกกำลังกายครั้งนี้พบว่า ผู้ป่วยคนไทยที่สงสัยว่าเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจจำนวน 4 คนจาก 18 คนที่มีผลการตรวจเป็นบวก และจำนวน 4 คนจาก 32 คนที่มีผลการตรวจเป็นลบถูกวินิจฉัยว่าเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจ ดังนั้นผู้ป่วยคนไทยที่สงสัยว่าเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจ ท้ายที่สุดแล้วถูกวินิจฉัยว่าเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจจำนวน 8 คน ส่วนใหญ่ผู้ป่วยคนไทยที่สงสัยว่าเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจในกลุ่มที่มีผลการตรวจเป็นบวกมีระดับสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนต่ำมากกว่ากลุ่มที่มีผลการตรวจเป็นลบ โดยกลุ่มที่มีผลการตรวจเป็นบวกมีระดับสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนในระดับต่ำมาก ส่วนกลุ่มที่มีผลการตรวจเป็นลบมีระดับสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนในระดับปานกลางถึงดี งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดขณะออกกำลังกายสูงกว่าในผู้ป่วยที่มีผลการตรวจเป็นลบซึ่งมีความทนทานในการออกกำลังกายมากกว่ากลุ่มที่มีผลการตรวจเป็นบวก (153±20.19 /นาที, 123±17.74 /นาที, $p<0.001$, ตามลำดับ) และผู้ป่วยที่มีผลการตรวจเป็นลบหยุดการทดสอบเนื่องจากถึง 85%ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (220-อายุ) แต่ในกลุ่มที่มีผลการตรวจเป็นบวกหยุดการทดสอบด้วยสาเหตุที่แสดงถึงความทนทานในการออกกำลังกายต่ำ และค่าอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการออกกำลังกาย ในกลุ่มที่มีผลการตรวจเป็นบวกน้อยกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มที่มีผลการตรวจเป็นลบ (16±10.47 ครั้ง/นาที, และ 28±12.39 ครั้ง/นาที) ซึ่งอาจมีผลกระทบต่ออัตราการตายในผู้ป่วยที่มีผลการตรวจเป็นบวกเมื่อเทียบกับกลุ่มที่มีการตรวจเป็นลบ ยิ่งไปกว่านั้น พบว่าอาสาสมัครบางส่วนที่มีผลการตรวจเป็นบวกมีคลื่นไฟฟ้าช่วง ST ยกตัวขึ้นหรือ ลดต่ำลงในขณะออกกำลังกาย ในทางตรงข้าม ไม่มีอาสาสมัครในกลุ่มที่ผ

E 47380

การตรวจเป็นลบที่มีคลื่นไฟฟ้าช่วง ST เปลี่ยนแปลง ยิ่งไปกว่านั้น งานวิจัยนี้พบว่าคลื่นไฟฟ้าช่วง QT ที่มีความยาวมากกว่าปกตินั้น โดยพบเฉพาะในกลุ่มที่มีผลการตรวจเป็นบวก และยังพบความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนกับอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการออกกำลังกายเป็นเวลา 1 นาที ในกลุ่มที่มีผลการทดสอบโดยการออกกำลังกายเป็นบวก ($r=0.426$, $p=0.039$) และมีแนวโน้มที่มีความสัมพันธ์กับค่าการเต้นของหัวใจสูงสุดขณะออกกำลังกาย อย่างไรก็ตามไม่พบความสัมพันธ์ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนกับค่าความดันเลือด ค่าระดับไขมันในเลือด และความเสี่ยงจากโรคหลอดเลือดหัวใจในผู้ป่วยคนไทยที่สงสัยว่าเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากจำนวนอาสาสมัครที่ไม่เพียงพอต่อการหาความสัมพันธ์ดังกล่าว ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเสนอเครื่องมือใหม่ที่ใช้ในการตรวจวินิจฉัย คือ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจน คลื่นไฟฟ้าช่วง QT ที่ยาวกว่าปกติ และอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการออกกำลังกายเป็นเวลา 1 นาที

ข้อมูลจากการศึกษาครั้งนี้มีประโยชน์ต่อการป้องกัน ประเมิน รักษา และฟื้นฟูในผู้ป่วยคนไทยที่สงสัยว่าเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจ ซึ่งช่วยลดค่าใช้จ่ายในการดูแลทางการแพทย์ ยิ่งไปกว่านั้นงานวิจัยนี้อาจจะแนะนำผู้ที่ผลการตรวจเป็นลบซึ่งแม้จะมีระดับสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนในระดับดีหรือปานกลาง ต้องระวังและดูแลรักษาสุขภาพของตนเองอย่างเคร่งครัด เพราะยังมีแนวโน้มที่จะเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจได้

Thapanee Reangrit. 2010. ***Aerobic Capacity in Patients with Suspected Coronary Artery Disease.*** Master of Science Thesis in Medical Physiology, Graduate School, Khon Kaen University.

Thesis Advisors: Asst. Prof. Dr. Panakaporn Wannanon,
Asst. Prof. Dr. Naruemon Leelayuwat

ABSTRACT

E 47380

Aerobic capacity determined by maximum oxygen consumption ($\dot{V}O_{2,max}$) is a well-documented risk predictor of coronary artery disease (CAD). However, there is no study investigated aerobic capacity in CAD and correlation between aerobic capacity and lipid profiles (high density lipoprotein, low density lipoprotein, triglycerides and total cholesterol), heart rate, blood pressure and CAD confirmation from tests including echocardiography, and coronary angiography, in Thai patients with CAD. Thus, this study aimed to investigate 1) aerobic capacity, 2) the correlation between aerobic capacity and lipid profiles (high density lipoprotein, low density lipoprotein, triglycerides and total cholesterol), heart rate, blood pressure and CAD confirmation from tests including echocardiography, and coronary angiography, 3) the correlation between aerobic capacity and cardiovascular risk factors in Thai patients with suspected CAD. Fifty subjects, 34 men and 16 women aged between 30 and 75 years were recruited. All subjects were patients with suspected CAD who underwent exercise stress test (EST) at Queen Sirikit Heart Center of the Northeast Hospital, Khon Kaen University.

The results showed that 4 of 18 patients with positive EST and 4 of 32 from those with negative results were confirmed CAD. There were 8 subjects with suspected CAD who were finally diagnosed CAD (4 from each group). Almost all of suspected CAD Thai patients with positive EST had very poor level of aerobic capacity which is lower than those with negative EST. However, I found the negative EST subjects had fair or good level of aerobic capacity. This study demonstrated that the higher peak HR during the test in patients with negative EST reflects their greater exercise tolerance than those with positive EST (153$\pm$20.19 /min, and 123$\pm$17.74 /min, $p<0.001$, respectively). It is noted that the negative-EST patients stopped the

E 47380

test because of reaching 85% of maximal HR (220-aged) whereas the positive-EST patients stopped the test because of other symptoms which show low exercise tolerance. In all subjects, I found the lower HRR in subjects with positive EST than those with negative EST (16±10.47 beats, and 28±12.39 beats, respectively). This may reflect a higher rate of all-cause mortality in subjects with positive EST compared with negative EST. In addition, I found that some subjects with positive EST had ST elevation or ST depression during the EST. In contrast, no subjects with negative EST had ST changes. In addition, this study found QT interval prolongation only in the positive-EST group who were confirmed to have CAD. This study provide moderate positive correlation between HRR and $\dot{V}O_{2,max}$ had in positive EST subjects ($r=0.426$, $p=0.039$) and tended to relate with peak HR during exercise but not with BP, lipid profiles and cardiovascular risks in Thai patients with suspected CAD. This may be due to inadequate sample size may respond for the absence of the correlation. Thus, this study suggested an additional diagnostic tool i.e. aerobic capacity, QT interval prolongation and HRR.

The information of the present study is important for prevention, evaluation, treatment and rehabilitation in Thai patients with suspected CAD. That is an enormous impact on the cost-effective delivery of medical care. In addition, this study may provide another suggestion for individuals who had negative EST with fair or good level of aerobic capacity that these people need to be aware and strictly keep themselves healthy because they are prone to be CAD patients.

Goodness Portion of the Present Thesis is Dedicated

for my Parents and Entire Teaching Staff

ACKNOWLEDMENTS

I would like to express my very great appreciation to my advisor, Asst. Prof. Panakaporn Wannanon and co-advisor, Asst. Prof. Dr. Naruemon Leelayuwat for their kindness, valuable, supervision, suggestion, supporting, encouragement and guidance throughout the course of my study.

Deep admiration is extended to Asst. Prof. Dr. Ratree Ruangthai and Asst. Prof. Dr. Terdthai Tong-un for their valuable suggestions and their kindness to serve as the examination committees.

I really appreciate all subjects for their enthusiastic participation in this study.

I appreciated all doctors, nurses and physical therapists in Queen Sirikit Heart Center of the Northeast Thailand for their medical assistance.

I would like to express my sincere gratitude to the research grant, from The Khon Kaen University's Graduate Research Fund Academic Year 2009 for the financial support in carrying out this thesis. Grateful is also expressed to all staff of Department of Physiology, Faculty of Medicine for their kind supports throughout study.

I also thank Miss Jatuporn wichitsranoi, MR. Piyapong Prasertsri and Miss Yupaporn kanpetta for their kind assistance of data analysis and guidance of the experiment technique and help.

Finally, the expression of deepest gratitude belongs to my family for their love, care, understanding and encouragement throughout my life.

Thapanee Reangrit

TABLE OF CONTENTS

	Page
ABSTRACT (IN THAI)	i
ABSTRACT (IN ENGLISH)	iii
DECICATION	v
ACKNOWLEDMENTS	vi
LIST OF TABLES	ix
LIST OF FIGURES	x
LIST OF ABBREVIATIONS	xi
CHAPTER I INTRODUCTION	
1. Rationale and background	1
2. Objectives of this thesis	2
3. Scope and limitation	2
4. Hypothesis	3
5. Anticipated outcomes	3
CHAPTER II LITERATURE REVIEWS	
1. Anatomy of the coronary arteries and circulation	4
2. CAD	5
2.1 Definition	5
2.2 Pathophysiology	5
2.3 Risk factors of CAD	8
2.4 Test for diagnosis of CAD	10
2.5 Pathophysiology of CAD limiting exercise	11
3. Aerobic capacity	12
3.1 Maximum oxygen consumption ($\dot{V}_{O2max}$)	13
3.2 Estimation of $\dot{V}_{O2max}$	15
4. Energy expenditures	16
5. Heart rate recovery (HRR)	16

TABLE OF CONTENTS (Cont.)

	Page
6. Exercise stress test (EST)	16
6.1 Indications for the EST	17
6.2 Contraindications for the EST	19
6.3 Parameter to be measured during EST	20
6.4 Termination of the EST	23
6.5 Abnormal stress test response	24
6.6 Interpretation of the EST	26
6.7 Type of treadmill protocols	27
CHAPTER III MATERIALS AND METHODS	
1. Study design	28
2. Subjects	28
3. Experimental protocol	29
4. Outcome	30
5. Statistical analysis	36
6. Research place	37
CHAPTER IV RESULTS	
1. Subjects	38
2. EST	41
3. Lipid profiles	45
4. Aerobic capacity	46
5. ECG	55
6. The relative risk of CAD	56
CHAPTER V DISCUSSION AND CONCLUSION	57
REFERENCES	65
APPENDICES	79
VITAE	89

LIST OF TABLES

		Page
Table 1	Level of aerobic capacity determined by $\dot{V}O_{2,max}$ values (ml/kg/min) in men	14
Table 2	Level of aerobic capacity determined by $\dot{V}O_{2,max}$ values (ml/kg/min) in women	15
Table 3	The incline and speed in the Bruce protocol	27
Table 4	Baseline characteristics of subjects	39
Table 5	Cardiovascular risks in negative and positive EST groups	40
Table 6	Parameters during the EST in negative and positive EST groups	42
Table 7	Causes of cessation of EST in subjects with negative and positive EST	43
Table 8	Causes of cessation of EST in CAD patients with negative and positive EST	44
Table 9	Lipid profiles in subjects with negative and positive EST	45
Table 10	Percentage of levels of aerobic capacity of CAD patients with negative and positive EST	49
Table 11	$\dot{V}O_{2,max}$ at various ages in subjects with negative and positive EST	50
Table 12	The correlation between $\dot{V}O_{2,max}$ and peak HR, peak SBP, peak DBP and HRR at 1 minute in subjects with negative and positive EST	52
Table 13	The correlation between $\dot{V}O_{2,max}$ and lipid profiles in subjects with negative and positive EST	53
Table 14	The correlation between $\dot{V}O_{2,max}$ and cardiovascular risks in subjects with negative and positive EST	54
Table 15	Relative Risk for CAD associated cardiovascular risk factors and aerobic capacity levels	56

LIST OF FIGURES

		Page
Figure 1	Structure of coronary artery	5
Figure 2	Plaque formation	6
Figure 3	Relationship between oxygen consumption ($\dot{V}O_2$) and time and work rate	12
Figure 4	The normal ECG	23
Figure 5	Percentage of cardiovascular risks of CAD patients with negative (n=4) and positive EST (n=4)	40
Figure 6	$\dot{V}O_{2,max}$ of subjects with negative, and positive EST calculated from the Bruce protocol formula and calculated from expired gas	47
Figure 7	Percentage of levels of aerobic capacity of subjects with negative and positive the EST	48
Figure 8	The correlation between $\dot{V}O_{2,max}$ and measured peak HR during the EST in subjects with positive EST	52
Figure 9	The correlation between $\dot{V}O_{2,max}$ and HRR at 1 minute in subjects with positive EST	53
Figure 10	ECG shows ST depression in leads II, III, aVF, V5, and V6 at exercise phase. Moreover, ECG shows ST elevation in leads aVR, and V1 at exercise phase of CAD patients with positive EST	55

LIST OF ABBREVIATIONS

%BF	=	percentage of body fat
BM	=	body mass
BMI	=	body mass index
BP	=	blood pressure
CAD	=	coronary artery disease
CVD	=	cardiovascular disease
DBP	=	diastolic blood pressure
dL	=	deciliter
DM	=	diabetes mellitus
EST	=	exercise stress test
ECG	=	electrocardiography
FFM	=	fat free mass
FM	=	fat mass
H	=	hip circumference
HR	=	heart rate
HR_{max}	=	maximum heart rate
HRR	=	heart rate recovery
HDL	=	high density lipoprotein
Kcal	=	kilocalorie
kg	=	kilogram
LAD	=	left anterior descending
LDL	=	low density lipoprotein
MAP	=	mean arterial pressure
mg	=	milligram
min	=	minute
ml	=	milliliter
MI	=	myocardial infarction
mmHg	=	millimeter of mercury
NS	=	no significantly different

LIST OF ABBREVIATIONS (Cont.)

SBP	=	systolic blood pressure
TC	=	total cholesterol
TG	=	triglyceride
$\dot{V}O_2max$	=	maximum oxygen consumption
$\dot{V}O_2$	=	oxygen consumption
W	=	waist circumference