

การวัดความดันในหลอดเลือดแดงพัลโมนารี  
โดยใช้เครื่องมือตรวจคลื่นเสียงความถี่สูง



นาย วสันต์ อุกัยเฉลิม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาอายุรศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2534

ISBN 974-578-956-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

017584 117299913

ASSESSMENT OF PULMONARY ARTERY PRESSURE  
BY ECHOCARDIOGRAPHY

Wasan Udayachalerm

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science  
Department of Internal Medicine  
Graduate School  
Culalongkorn University

1991

ISBN 974-578-956-9



Thesis Title      Assessment of Pulmonary artery Pressure  
                         by Echocardiography  
By                    Wasan Udayachalerm  
Department        Internal Medicine  
Thesis Advisor    Associated Professor Pungchai Ngarmukos, M.D.  
Co-advisor        Assistant Professor Taworn Suithichaiyakul, M.D.

---

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

*Thavorn Vajrabhaya*  
..... Dean of Graduate School  
( Professor Thavorn Vajrabhaya, Ph.D.)

Thesis Committee

*Visith Sitprija*  
..... Chairman  
( Professor Visith Sitprija, Ph.D.)

*Pungchai Ngarmukos*  
..... Thesis Advisor  
( Associate Professor Pungchai Ngarmukos, M.D.)

*T. Suithichaiyakul*  
..... Co-advisor  
( Assistant Professor Taworn Suithichaiyakul, M.D.)

*Chalard Somabutr*  
..... Member  
( Associate Professor Chalard Somabutr, M.D.)

วสันต์ อุทัยเฉลิม : การวัดความดันในหลอดเลือดแดงพัลโมนารีย์โดยใช้เครื่องมือตรวจคลื่นเสียงความถี่สูง (ASSESSMENT OF PULMONARY ARTERY PRESSURE BY ECHOCARDIOGRAPHY) อ.ที่ปรึกษา : รศ.พญ.คุณหญิงพึงใจ งามอุโฆษ. 60 หน้า. ISBN 974-578-956-9

ปัญหาสำคัญในการตรวจวินิจฉัยคนไข้โรคหัวใจอย่างหนึ่ง คือ การประเมินสภาวะความดันในหลอดเลือดแดงพัลโมนารีย์ (pulmonary artery pressure, PAP) การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีวัดความดันในหลอดเลือดแดงพัลโมนารีย์ โดยใช้เครื่องมือตรวจคลื่นเสียงความถี่สูง (echocardiogram) ด้วย 2 Dimensional และ Pulsed wave doppler echocardiography เทียบกับผลที่ได้จากการสวนหัวใจ (cardiac catheterization)

ผลการศึกษาในผู้ป่วยโรคหัวใจ 30 ราย อายุ 16 - 71 ปี (เฉลี่ย  $41.40 \pm 12.94$  ปี) พบว่าอัตราส่วนของ acceleration time/ejection time (AT/ET) ที่วัดได้จาก pulsed wave doppler technique มีความสัมพันธ์ที่ติดที่สุดกับความดันไดแอสโตลิกของหลอดเลือดแดงพัลโมนารีย์ ( $r = -0.90, p < 0.001$ ) และยังมีความสัมพันธ์ที่ติดกับความดันซิสโตลิกและค่าความดันเฉลี่ยของหลอดเลือดแดงพัลโมนารีย์ด้วย โดยมีค่า  $r = -0.85$  และ  $-0.85$  ตามลำดับ ( $P < 0.001$ )

ค่าความดันในหลอดเลือดแดงพัลโมนารีย์สามารถจะคำนวณจาก pulsed wave doppler echocardiography ได้ดังสมการ ค่าความดันซิสโตลิก =  $146.81 - 243.02 (AT/ET)$ , ความดันไดแอสโตลิก =  $67.35 - 114.16 (AT/ET)$  และค่าความดันเฉลี่ย =  $95 - 156.73 (AT/ET)$

กล่าวโดยสรุปแล้ว ค่าความดันในหลอดเลือดแดงพัลโมนารีย์ สามารถวัดได้อย่างสะดวกและถูกต้อง โดยวิธี pulsed wave doppler echocardiography



ภาควิชา ..... วิทยาศาสตร์ .....  
สาขาวิชา ..... โรคหัวใจและหลอดเลือด .....  
ปีการศึกษา ..... 2533 .....

ลายมือชื่อนิติ ..... *(Signature)* .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... *(Signature)* .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ..... *(Signature)* .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อ โทษณบัณฑิตวิทยาลัยในรอบสี่ขวบนี้เพื่อเผยแพร่

WASAN UDAYACHALERM : ASSESSMENT OF PULMONARY ARTERY PRESSURE BY ECHOCARDIOGRAPHY. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. PUNGCHAI NGARMUKOS, M.D. 60 PP.

Measurement of pulmonary artery pressure (PAP) in clinical practice is very important. The purpose of this study was to find the best parameter from two dimensional and pulsed wave doppler echocardiography to assess the pulmonary artery pressure compared to that measured from cardiac catheterization.

Echo cardiography and cardiac catheterization were performed in 30 adult patients age 16 to 71 years (mean  $41.40 \pm 12.94$  years) with various kinds of heart disease. The doppler sample volume was placed in the main pulmonary artery just distal to pulmonic valve with electrocardiogram recorded simultaneously. The best correlation was found between AT/ET ratio and diastolic pulmonary artery pressure ( $r = -0.90, P < 0.001$ ) and also systolic and mean PAP with  $r = -0.85$  both ( $P < 0.001$ ). The formula that can be used to assess the pulmonary artery pressure were as follow, systolic PAP =  $146.81 - 243.02 (AT/ET)$ , diastolic PAP =  $67.35 - 114.16 (AT/ET)$  and mean PAP =  $95 - 156.73 (AT/ET)$

The results indicated that right ventricular systolic time interval (RVSTI) detected from pulsed wave doppler echocardiography was a good noninvasive technique that can be used to measure the PAP.

ภาควิชา .....  
สาขาวิชา .....  
ปีการศึกษา .....

ลายมือชื่อนิติ .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาพร้อม .....  
.....



## ACKNOWLEDGMENTS

I wish to express my sincere gratitude to my advisor, Associate Professor Pungchai Ngarmukos for her kindness, guidance and encouragement throughout the course of this study.

I am also indebted to Assistant Professor Taworn Suithichaiyakul for his valuable suggestion and assistance. I would like to extend my deep thank and warm appreciation to all the staff, fellows and personels of the Cardiology Unit, Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine for their help and friendship.

Above all , I am extremely grateful to my family for their heartfelt support during this study.



## TABLE OF CONTENTS

	Page
THAI ABSTRACT .....	iv
ENGLISH ABSTRACT .....	v
ACKNOWLEDGMENTS .....	vi
TABLE OF CONTENTS .....	vii
LIST OF TABLES .....	ix
LIST OF FIGURES .....	x
ABBREVIATION .....	xiii
 <b>CHAPTER</b>	
I INTRODUCTION .....	1
II BACKGROUND INFORMATION .....	3
PULMONARY ARTERY PRESSURE .....	3
NONINVASIVE ASSESSMENT OF PULMONARY ARTERY PRESSURE .....	4
ECHOCARDIOGRAPHIC DETERMINATION OF PAP .....	5
III MATERIALS AND METHODS .....	10
STUDY PROTOCOL .....	10
EQUIPMENT .....	11
ECHOCARDIOGRAPHIC EXAMINATION .....	11
CARDIAC CATHETERIZATION .....	13
STATISTICAL ANALYSIS .....	13
IV RESULTS .....	17
PATIENTS DATA .....	17
PULMONARY ARTERY PRESSURE .....	17
DATA OBTAINED FROM ECHOCARDIOGRAPHY .....	17

CHAPTER	PAGE
V DISCUSSION AND CONCLUSION .....	50
REFERENCES .....	55
BIOGRAPHY .....	60



## LIST OF TABLES

Table	Page
1 Patients data .....	18
2 Correlation of PAP compared to echocardiographic parameters .....	20
3 Data obtained from echocardiography .....	21

## LIST OF FIGURES

Figure	Page
1 Diagram of pulmonic valve M-mode echocardiography ..	6
2 Echocardiographic machine ( Aloka Color Doppler model SSD-870 ) .....	12
3 Measurement of MPA diameter using 2-D echocardiogram with simultaneous ECG recording .....	14
4 Echocardiographic parameters used to estimate pulmonary artery pressure .....	15
5 Diagram showing correlation between systolic PAP and MPA diameter .....	23
6 Diagram showing correlation between diastolic PAP and MPA diameter .....	24
7 Diagram showing correlation between mean PAP and MPA diameter .....	25
8 Diagram showing correlation between systolic PAP and PEP .....	26
9 Diagram showing correlation between diastolic PAP and PEP .....	27
10 Diagram showing correlation between mean PAP and PEP .....	28
11 Diagram showing correlation between systolic PAP and AT .....	29
12 Diagram showing correlation between diastolic PAP and AT .....	30
13 Diagram showing correlation between mean PAP and AT .....	31
14 Diagram showing correlation between systolic PAP and DT .....	32

Figure	Page
15 Diagram showing correlation between diastolic PAP and DT .....	33
16 Diagram showing correlation between mean PAP and DT .....	34
17 Diagram showing correlation between systolic PAP and ET .....	35
18 Diagram showing correlation between diastolic PAP and ET .....	36
19 Diagram showing correlation between mean PAP and ET .....	37
20 Diagram showing correlation between systolic PAP and PEP/AT .....	38
21 Diagram showing correlation between diastolic PAP and PEP/AT .....	39
22 Diagram showing correlation between mean PAP and PEP/AT .....	40
23 Diagram showing correlation between systolic PAP and PEP/ET .....	41
24 Diagram showing correlation between diastolic PAP and PEP/ET .....	42
25 Diagram showing correlation between mean PAP and PEP/ET .....	43
26 Diagram showing correlation between systolic PAP and AT/DT .....	44
27 Diagram showing correlation between diastolic PAP and AT/DT .....	45
28 Diagram showing correlation between mean PAP and AT/DT .....	46

Figure		Page
29	Diagram showing correlation between systolic PAP and AT/ET .....	47
30	Diagram showing correlation between diastolic PAP and AT/ET .....	48
31	Diagram showing correlation between mean PAP and AT/ET .....	49

## ABBREVIATION

2-D	=	two dimension
AF	=	atrial fibrillation
AR	=	aortic regurgitation
AS	=	aortic stenosis
ASD	=	atrial septal defect
AT	=	acceleration time
AT/DT	=	acceleration time/deceleration time
AT/ET	=	acceleration time/ejection time
CAD	=	coronary artery disease
CHD	=	congenital heart disease
DT	=	deceleration time
ECG	=	electrocardiogram
ET	=	ejection time
Fig.	=	figure
LA	=	left atrium
LV	=	left ventricle
LVEDP	=	left ventricular end diastolic pressure
LVET	=	left ventricular ejection time
LVPEP	=	left ventricular preejection period
mm	=	millimeter
mm/sec	=	millimeter per second
MPA	=	main pulmonary artery
MR	=	mitral regurgitation
MRI	=	magnetic resonance imaging
MS	=	mitral stenosis
NSR	=	normal sinus rhythm
NSS	=	0.9 % normal saline
PAP	=	pulmonary artery pressure

PCW	=	pulmonary capillary wedge
PDA	=	patent ductus arteriosus
PEP	=	preejection period
PEP/AT	=	peejection period/acceleration time
PEP/ET	=	preejection period/ejection time
RBBB	=	right bundle branch block
RV	=	right ventricle
RVAT	=	right ventricular acceleration time
RVET	=	right ventricular ejection time
RVPEP	=	right ventricular preejection period
sec	=	second
VHD	=	valvular heart disease
VSD	=	ventricular septal defect