พื้นที่คิวเวฟจากการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจในการคาดการณ์ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายจากการตรวจหัวใจด้วยด้วยการตรวจคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็กไฟฟ้าหัวใจชนิด 3.0 เทสลา

นายปฐมพงษ์ คำภามูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาอายุรศาสตร์ ภาควิชาอายุรศาสตร์
คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2559

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Prediction of Non-Viable Myocardium by ECG Q Wave Area:

A 3.0 T Cardiovascular Magnetic Resonance Study

Mr. Pathompong Kumpamool

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Medicine

Department of Medicine

Faculty of Medicine

Chulalongkorn University

Academic Year 2016

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	พื้นที่คิวเวฟจากการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจในการคาดการณ์ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายจากการตรวจหัวใจด้วยด้วยการตรวจคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็กไฟฟ้าหัวใจชนิด 3.0 เทสลา
โดย	นายปฐมพงษ์ คำภามูล
สาขาวิชา	อายุรศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ นายแพทย์ไพโรจน์ ฉัตรานุกูลชัย

คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

--คณบดีคณะแพทยศาสตร์

(ศาสตราจารย์ นายแพทย์สุทธิพงศ์ วัชรสินธุ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

--ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ นายแพทย์สมบัติ ตรีประเสริฐสุข)

--อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ นายแพทย์ไพโรจน์ ฉัตรานุกูลชัย)

--กรรมการ

(อาจารย์ นายแพทย์เจตน์ วิทิตสุวรรณกุล)

--กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ภัทรพงษ์ มกรเวส)

Chulalongkorn University

ปฐมพงษ์ คำภามูล : พื้นที่คิวเวฟจากการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจในการคาดการณ์ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายจากการตรวจหัวใจด้วยด้วยการตรวจคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็กไฟฟ้าหัวใจชนิด 3.0 เทสลา (Prediction of Non-Viable Myocardium by ECG Q Wave Area:A 3.0 T Cardiovascular Magnetic Resonance Study) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อ. นพ.ไพโรจน์ ฉัตรานุกูลชัย, 76 หน้า.

เนื่องจากการมีของคิวเวฟมีความสัมพันธ์กับการพบแผลเป็นในหัวใจ แต่อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ระหว่างคิวเวฟและการตายของกล้ามเนื้อหัวใจยังไม่มีข้อมูลชัดเจน จากงานวิจัยล่าสุดพบว่า พื้นที่ของคิวเวฟมีความสัมพันธ์กับปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจและสัมพันธ์กับการตายของกล้ามเนื้อหัวใจ ดังนั้นจึงสนใจหาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจร่วมถึงภาวะการตายของกล้ามเนื้อหัวใจด้วย

วิธีการวิจัย มีผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมด 249 คน ซึ่งทุกคนมีประวัติสงสัยหรือเคยเป็นโรคหัวใจขาดเลือดมาก่อน ทุกคนได้รับการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจและตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนสนามแม่เหล็กชนิด 3 เทสลา คิวเวฟจะถูกนำมาวัดทั้งความลึก, ความกว้างและนำมาคำนวณพื้นที่ของคิวเวฟโดยใช้โปรมแกรมคอมพิวเตอร์ ในส่วนของผลของคลื่นสะท้อนสนามแม่เหล็กหัวใจ จะมีการเก็บข้อมูลโดยใช้เทคนิค delayed enhancement เป็นหลัก โดยแบ่งกล้ามเนื้อหัวใจเป็น 17 ส่วนและให้คำนิยามของการตายของกล้ามเนื้อหัวใจในส่วนนั้นคือมีแผลเป็นมากกว่า 50% ของส่วนกล้ามเนื้อหัวใจนั้น และให้คำนิยามของการตายของกล้ามเนื้อหัวใจโดยแบ่งตามการหล่อเลี้ยงของเส้นเลือด คือ มีส่วนของกล้ามเนื้อหัวใจที่ตายมากกว่า 50% ในกลุ่มนั้นๆ

ผลการวิจัยพบว่า มีผู้เข้าร่วมวิจัย 77 คนที่มีคิวเวฟ โดยมีอายุเฉลี่ย 65±11.9 ปีโดยเป็นผู้ชาย 62% มีประวัติเป็นโรคหัวใจมาก่อน 57% และมีการบีบตัวของหัวใจอยู่ที่ 39.9 ± 16.5%. เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและการตายของกล้ามเนื้อหัวใจโดยแบ่งตามการหล่อเลี้ยงของเส้นเลือดพบว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่กล้ามเนื้อหัวใจที่เลี้ยงโดยเส้นเลือด LAD และ RCA แต่ไม่มีความสัมพันธ์ที่ LCX โดยค่าพื้นที่ใต้กราฟของ LAD คือ 0.823 (95%CI: 0.727-0.919), p-value<0.001และ RCA 0.735 (95%CI: 0.560-0.910), p-value=0.017. เมื่อหาพื้นที่ของคิวเวฟที่ดีที่สุดเพื่อคาดการณ์การตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่ LAD คือ 74 msec.mV โดยมีค่าค่าความไวที่ 72.2%, ความจำเพาะที่ 79.5% และความแม่นยำที่ 76.6% ในส่วนของ RCA พบว่าเมื่อใช้พื้นที่คิวเวฟที่ 66 msec.mV พบว่า ความไว (sensitivity)ที่ 40.0%, ความจำเพาะ (speacificity)ที่ 95.5% และความแม่นยำ (Accuracy)ที่ 88.3%. นอกจากนี้ยังพบว่า ถ้าใช้เฉพาะความลึกของคิวเวฟมาหาความสัมพันธ์พบว่า ไม่มีความแตกต่างกับการใช้พื้นที่คิวเวฟในการคาดการณ์การตายของกล้ามเนื้อหัวใจ.

โดยสรุปพบว่า พื้นที่ของคิวเวฟมีความสัมพันธ์กับการตายของกล้ามเนื้อหัวใจโดยแบ่งตามเส้นเลือดที่เลี้ยงโดยเฉพาะที่ LAD และ RCA แต่ไม่มีความสัมพันธ์ที่ LCX รวมทั้งการเพิ่มขึ้นของคิวเวฟมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มของปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจ

ภาควิชา อายุรศาสตร์	ลายมือชื่อนิสิต ....
สาขาวิชา อายุรศาสตร์	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก ....
ปีการศึกษา 2559	

5874043330 : MAJOR MEDICINE
KEYWORDS: Q WAVE AREA, NON-VIABLE MYOCARDIUM, CMR

PATHOMPONG KUMPAMOOL: Prediction of Non-Viable Myocardium by ECG Q Wave Area:A 3.0 T Cardiovascular Magnetic Resonance Study. ADVISOR: PAIROJ CHATTRANUKULCHAI, M.D., 76 pp.

Background: The aggregate number of Q wave on surface ECG shows a significant association with the total scar size but the correlation with transmural extent is still controversial. A novel ECG approach, Q wave area (QWA) has recently been known to demonstrate robust correlation with scar volume overtime independent of infarct shrinkage. This study implemented QWA to determine the correlation with global transmural extent (number of nonviable segment).

Methods: We prospectively enrolled 249 patients with known or suspected myocardial infarction (MI) who underwent contrast-enhanced 3.0 T cardiac magnetic resonance (CMR) scan.High resolution 12-lead, digital ECG was recorded at the same day. Patients with recent MI within 6 weeks were excluded. We used computerized software to calculate Q wave parameters including total amplitude, duration, and area. Scar volume was determined by visual analysis and expressed in % of the total LV volume by using a 17-segment LV division and while taking into account the number of quartiles involved in each segment. Nonviable segment defined as > 50% scar transmurality. The ECG Q wave location and myocardial scar on a 17-segment model were assigned to specific coronary artery territories.

Results: Among 249 patients, 77 patients showed Q wave on ECG (mean age, 65 ±11.9 years; male, 62%; known MI 77%). QWA increased stepwise according to total scar size on CMR ($p<0.001$) with a weak but significant correlation ($r = 0.36$). For the transmural extent analysis, the diagnostic performance of QWA for the presence of total nonviable segment more than half of its territory as quantified by the area under the receiver operating characteristic curve (AUC) is 0.823 (95%CI: 0.727-0.919) for the left anterior descending (LAD) and 0.735 (95%CI: 0.560-0.910) for the right coronary artery (RCA) territories but not with the left circumflex territory (LCX). QWA also showed association at per patient analysis (AUC=0.760 (95%CI: 0.651-0.870).

Conclusions: Q wave area, a novel ECG approach, provides significant correlation with total scar volume and determines the transmural extent only in LAD and RCA territories, not LCX territory.

Department:	Medicine	Student's Signature	....
Field of Study:	Medicine	Advisor's Signature	....
Academic Year:	2016		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้เนื่องจากความเมตตากรุณาและความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจาก อาจารย์นายแพทย์ ไพโรจน์ ฉัตรานุกูลชัยและ รศ.นพ. ภัทรพงศ์ มกรเวส ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและคณะกรรมการร่วมที่ช่วยเหลือสละเวลาให้คำปรึกษาในงานวิจัยอย่างเต็มที่ พร้อมทั้งให้การปรึกษาและแปลผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจและภาพการตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็ก รวมถึงคณาจารย์หน่วยอายุรศาสตร์หัวใจและหลอดเลือด ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ช่วยแนะแนวทางและให้ความเห็นที่มีค่าทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รศ.พญ.สมนพร บุณยะรัตเวช สองเมือง และ ศ.นพ.รุ่งโรจน์ กฤตยพงษ์ ที่ช่วยให้ความเห็นเพิ่มเติมและแนะแนวทางในการทำวิจัย ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี พร้อมทั้งแก้ไขและแนะแนวทางในการแปลผลข้อมูลงานวิจัยได้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ ทีมพยาบาลและเจ้าหน้าที่หน่วยงานรังสีวินิจฉัยแผนกการตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็ก โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ซึ่งช่วยเก็บและบันทึกผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ รวมทั้งเก็บภาพสะท้อนหัวใจในสนามแม่เหล็ก ทำให้ได้ขอมูลที่ครบถ้วนและถูกต้อง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของทุกท่านที่กล่าวมาตลอดจนผู้ที่ไม่ได้กล่าวนามในที่นี้ ซึ่งมีส่วนร่วมทำให้งานวิจัยสำเร็จได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.... จ

กิตติกรรมประกาศ.... ฉ

สารบัญ.... ช

สารบัญรูปภาพ.... ฌ

สารบัญตาราง....ฏ

บทที่ 1 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย (Background and rationale) 1

1.2 คำถามหลัก (primary research question).... 3

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย (Objective) 4

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption).... 4

1.5 กรอบแนวความคิดในการวิจัย (Conceptual framework).... 5

1.6 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย.... 5

1.7 ปัญหาทางจริยธรรม (Ethical considerations).... 7

1.8 ข้อจำกัดทางการวิจัย (Limitation).... 7

1.9 ผลหรือประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย (Expected benefit and application)...... 7

บทที่ 2 8

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 8

2.1 การตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 8

2.2 การตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็ก.... 13

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.... 22

3.1 รูปแบบการวิจัย 22

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

3.2 ระเบียบวิธีการวิจัย.. 22
3.3 การให้คำนิยามเชิงปฏิบัติที่ใช้ในการวิจัย (Operational definition) 24
3.4 การคำนวณขนาดตัวอย่าง (Sample size determination) 25
3.5 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย 25
3.6 การรวบรวมข้อมูล (Data collection) 28
3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis and statistics) 28
บทที่4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.. 30
4.1 ข้อมูลพื้นฐาน 30
บทที่ 5 อภิปรายผล สรุปผลการวิจัย และ ข้อเสนอแนะ.. 40
5.1 สรุปผลการวิจัย 40
5.2 อภิปรายผลวิจัยและเปรียบเทียบกับการศึกษาก่อนหน้าที่เคยศึกษา...................................... 40
5.3 ข้อดีของการศึกษานี้... 43
5.4 ข้อด้อยของการศึกษานี้ 43
5.5 ข้อเสนอแนะ 43
รายการอ้างอิง 45
ภาคผนวก... 47
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 76

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพที่ 1 แสดงคลื่นไฟฟ้าหัวใจในคนปกติ 9

รูปภาพที่ 2 แสดงกลไกการการกระจายตัวของสารเข้าสูงกล้ามเนื้อหัวใจที่ตายด้วยเทคนิค delayed enhancement 17

รูปภาพที่ 3 แสดงการตรวจพบกล้ามเนื้อหัวใจตายด้วยเทคนิค delayed enhancement ในกล้ามเนื้อหัวใจที่เลี้ยงด้วยหลอดเลือดต่างๆ โดยบริเวณที่เป็นสีดำคือกล้ามเนื้อหัวใจที่ปกติและยังมีชิวิตอยู่ ส่วนบริเวณที่เป็นสีขาวคือกล้ามเนื้อหัวใจที่ตายแล้ว ซึ่งมีสาร gadolinium ค้างอยู่ (N Engl J Med. 2000 Nov 16;343(20):1445-53).. 17

รูปภาพที่ 4 แสดงการคำนวณความหนาของการตายของกล้ามเนื้อหัวใจ (Kim RJ. N Engl J Med. 2000;343(20):1445-53).. 18

รูปภาพที่ 5 แสดงการแบ่งกล้ามเนื้อหัวใจห้องล่างขวาออกเป็น 17 segment (Int J Cardiovasc Imaging. 2002 Feb;18(1):539-42).. 19

รูปภาพที่ 6 แสดงการแบ่งกล้ามเนื้อหัวใจออกเป็น 17 segment โดยแต่ละSegment มีการเลี้ยงด้วยหลอดเลือดหัวใจที่แตกต่างกัน โดยแบ่งเป็นหลอดเลือด LAD, LCX และ RCA (Int J Cardiovasc Imaging. 2002 Feb;18(1):539-42).. 19

รูปภาพที่ 7 แสดงการบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจที่ดีขึ้นหลังจากที่ทำการเปิดเส้นเลือดหัวใจ จะสังเกตเห็นว่าไม่ว่าการบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจเป็นเช่นไร ถ้ามีแผลเป็นมากกว่าร้อยละ 50 ของกล้ามเนื้อหัวใจในส่วนนั้นๆ หลังจากเปิดเส้นเลือดหัวใจแล้ว กล้ามเนื้อส่วนนั้นมีโอกาสกลับมาเป็นปกติน้อยมาก (Int J Cardiovasc Imaging. 2002 Feb;18(1):539-42).. 20

รูปภาพที่ 8 ขั้นตอนการคัดกรองและคัดแยกผู้ป่วย 23

รูปภาพที่ 9 เครื่องสร้างภาพสะท้อนสนามแม่เหล็กหัวใจ 27

รูปภาพที่ 10 แสดงการวัดพื้นที่ของคิวเวฟโดยคลื่นไฟฟ้าหัวใจชนิดดิจิทัล 27

รูปภาพที่ 11 แสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่ของคิวเวฟและความลึกของคิวเวฟกับการตายของกล้ามเนื้อหัวใจตามการหล่อเลี้ยงของเส้นเลือด LAD 33

รูปภาพที่ 12 แสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่ของคิวเวฟและความลึกของคิวเวฟกับการตายของกล้ามเนื้อหัวใจตามการหล่อเลี้ยงของเส้นเลือด RCA 34

รูปภาพที่ 13 แสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่ของคิวเวฟและความลึกของคิวเวฟกับการตายของกล้ามเนื้อหัวใจตามการหล่อเลี้ยงของเส้นเลือด LCX 35

รูปภาพที่ 14 แสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่ของคิวเวฟและความลึกของคิวเวฟกับปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจที่มากกว่าร้อยละ 10 36

รูปภาพที่ 15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและความลึกของคิวเวฟกับปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจ 37

รูปภาพที่ 16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่คิวเวฟและปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจ โดยแบ่งปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจเป็น <5%, 5-10%, 10-15%, 15-20% และมากกว่า 20% 38

รูปภาพที่ 17.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง 39

รูปภาพที่ 18 กราฟแท่งแสดงจำนวนคิวเวฟในคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วย LAD และการตายของกล้ามเนื้อหัวใจตามการหล่อเลี้ยงของเส้นเลือด LAD 57

รูปภาพที่ 19 กราฟแท่งแสดงจำนวนคิวเวฟในคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วย LCX และการตายของกล้ามเนื้อหัวใจตามการหล่อเลี้ยงของเส้นเลือด LCX 57

รูปภาพที่ 20 กราฟแท่งแสดงจำนวนคิวเวฟในคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วย RCA และการตายของกล้ามเนื้อหัวใจตามการหล่อเลี้ยงของเส้นเลือด RCA 58

รูปภาพที่ 21 กราฟแท่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟใน LAD และจำนวน segmentที่ตายของการหล่อเลี้ยงด้วย LAD 58

รูปภาพที่ 22 กราฟแท่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟใน LCX และจำนวน segmentที่ตายของการหล่อเลี้ยงด้วย LCX 59

รูปภาพที่ 23 กราฟแท่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟใน RCA และจำนวน segmentที่ตายของการหล่อเลี้ยงด้วย RCA 59

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 แสดงความสำคัญของเวฟต่างๆในคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 9

ตารางที่ 2 แสดงนิยามของคิวเวฟทางกลุ่มสมาคมโรคหัวใจต่างๆ 11

ตารางที่ 3 แสดงการตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็ก โดยมีเทคนิคต่างๆและสิ่งตรวจพบในหลอดเลือดแดงหัวใจตีบ 15

ตารางที่ 4 แสดงค่า r และการแปลผลความสัมพันธ์ที่ได้จาก Person correlation 29

ตารางที่ 5 คุณลักษณะพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัย 31

ตารางที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและปริมาณของแผลเป็นที่มากกว่า 10% โดยใช้ค่าพื้นที่คิวเวฟที่จุดต่างๆเพื่อแสดงความไว, ความจำเพาะ และความแม่นยำของเครื่องมือ 49

ตารางที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วย LAD โดยใช้ค่าพื้นที่คิวเวฟที่จุดต่างๆเพื่อแสดงความไว, ความจำเพาะ และความแม่นยำของเครื่องมือ 51

ตารางที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วย LCX โดยใช้ค่าพื้นที่คิวเวฟที่จุดต่างๆเพื่อแสดงความไว, ความจำเพาะ และความแม่นยำของเครื่องมือ 52

ตารางที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วย LAD โดยใช้ค่าพื้นที่คิวเวฟที่จุดต่างๆเพื่อแสดงความไว, ความจำเพาะ และความแม่นยำของเครื่องมือ 53

ตารางที่ 10 สรุปค่าพื้นที่คิวเวฟที่ดีที่สุดในการหาความสัมพันธ์กับการตายของกล้ามเนื้อหัวใจตามการหล่อเลี้ยงของเส้นเลือดนั้นๆ 55

ตารางที่ 11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและปริมาณแผลเป็นในหัวใจ โดยแบ่งปริมาณแผลเป็นที่ <5%, 5-10%, 10-15%, 15-20% และ >20% 55

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของคิวเวฟและปริมาณของแผลเป็นที่มากกว่า 10% โดยใช้ค่าพื้นที่คิวเวฟที่จุดต่างๆเพื่อแสดงความไว, ความจำเพาะ และความแม่นยำของเครื่องมือ 60

ตารางที่ 13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของคิวเวฟและการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วย LAD โดยใช้ค่าพื้นที่คิวเวฟที่จุดต่างๆเพื่อแสดงความไว, ความจำเพาะ และความแม่นยำของเครื่องมือ 61

ตารางที่ 14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของคิวเวฟและการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วย LCX โดยใช้ค่าพื้นที่คิวเวฟที่จุดต่างๆเพื่อแสดงความไว, ความจำเพาะ และความแม่นยำของเครื่องมือ 62

ตารางที่ 15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของคิวเวฟและการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วย RCA โดยใช้ค่าพื้นที่คิวเวฟที่จุดต่างๆเพื่อแสดงความไว, ความจำเพาะ และความแม่นยำของเครื่องมือ 63

ตารางที่ 16 แสดงการพบคิวเวฟและการมีปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจเกิน 10% 64

ตารางที่ 17 แสดงการพบคิวเวฟที่ LAD และการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือด LAD 64

ตารางที่ 18 แสดงการพบคิวเวฟที่ LCX และการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือด LCX 65

ตารางที่ 19 แสดงการพบคิวเวฟที่ RCA และการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือด RCA 65

บทที่ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย (Background and rationale)

คลื่นไฟฟ้าหัวใจถือเป็นเครื่องมือพื้นฐานที่ช่วยในการตรวจและวินิจฉัยโรคทางหัวใจ เป็นเครื่องมือที่สามารถทำได้ง่าย รวดเร็ว และราคาถูก. คลื่นไฟฟ้าหัวใจสามารถใช้ตรวจภาวะหัวใจขาดเลือด การนำไฟฟ้าผิดปกติ ภาวะเกลือแร่ผิดปกติ รวมไปถึงภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตาย[1].

ในภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตาย (Myocardial infarction) เราสามารถเห็นได้จากคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ซึ่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจจะแสดงลักษณะของอาร์เวฟ (R wave) ที่ต่ำลง และที่สำคัญจะเห็นการปรากฏของคิวเวฟ (Q wave) ซึ่งบ่งบอกถึงการตายของชั้นกล้ามเนื้อหัวใจ อย่างไรก็ตามในบางกรณีที่มีกล้ามเนื้อหัวใจตายตลอดทั้งชั้น (Transmural infarction) เราอาจจะไม่พบคิวเวฟบนคลื่นไฟฟ้าหัวใจก็ได้ ในทางกลับกันคนที่มีคลื่นไฟฟ้าหัวใจเป็นคิวเวฟก็ไม่จำเป็นต้องพบการตายของกล้ามเนื้อหัวใจทั้งชั้นได้เช่นกัน[1-3]. ดังนั้นการส่งตรวจวินิจฉัยทางหัวใจเพิ่มเติมจึงมีประโยชน์ในการตรวจค้นภาวะการตายของกล้ามเนื้อหัวใจ เพื่อประเมินและช่วยในการรักษาต่อไป[4].

การประเมินภาวะการอยู่รอดของกล้ามเนื้อหัวใจ (Myocardial viability) นั้นมีความสำคัญอย่างมากในทางเวชปฏิบัติ เนื่องจากการทำการขยายหลอดเลือดด้วยบอลลูนหรือการผ่าตัดบายพาสเส้นเลือดหัวใจจะมีประโยชน์ในกลุ่มที่ยังมีการอยู่รอดของกล้ามเนื้อหัวใจเท่านั้น[2, 4, 5]. ซึ่งการประเมินการอยู่รอดของกล้ามเนื้อหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็กถือเป็นวิธีมาตรฐานที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยสามารถประเมินได้ 2 วิธี ได้แก่ การประเมินลักษณะแผลเป็นของกล้ามเนื้อหัวใจโดยตรงด้วยเทคนิค delayed enhancement และการประเมิน contractile reserve ด้วยการให้ยากระตุ้นหัวใจ dobutamine ขนาดต่ำ[4, 6]. โดยเทคนิค delayed enhancement ถือเป็นมาตรฐานที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยหากมีความหนาของแผลเป็นของกล้ามเนื้อหัวใจมากกว่าร้อยละ 50 ของความหนากล้ามเนื้อหัวใจทั้งชั้นในส่วน (segment) นั้นๆ จะถือว่ากล้ามเนื้อหัวใจของส่วนนั้นได้ตายไปแล้ว (non-viable

myocardium) โดยการแปลผลจะแบ่งกล้ามเนื้อหัวใจออกเป็น 17 ส่วนย่อยๆ เพื่อการประเมินที่ละเอียดมากขึ้น[4, 7, 8].

จากผลการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่างๆของคิวเวฟและความหนาของแผลเป็นตลอดชั้นกล้ามเนื้อหัวใจ (Transmural extent) ด้วยภาพสะท้อนสนามแม่เหล็กยังมีข้อสรุปที่ไม่แน่ชัด บางการศึกษาพบว่าการปรากฏของคิวเวฟมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณของแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจ (Scar volume) มากกว่าความหนาของแผลเป็นตลอดชั้นกล้ามเนื้อหัวใจ[9-13]. แต่ก็มีบางการศึกษาที่สนับสนุนว่าจำนวนคิวเวฟที่เพิ่มมากขึ้นสอดคล้องกับความหนาของแผลเป็นตลอดชั้นกล้ามเนื้อหัวใจที่มากขึ้นด้วย[10].

อย่างไรก็ตาม มีงานวิจัยที่เสนอการใช้พื้นที่ของคิวในการหาความสัมพันธ์กับขนาดของแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจโดยพบว่า พื้นที่ของคิวเวฟไม่ว่าจะวัดในช่วงแรกของการเกิดภาวะหัวใจขาดเลือดหรือหลังจากผ่านพ้นภาวะหัวใจขาดเลือดไปแล้ว 4 สัปดาห์ พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ของคิวเวฟ ต่างจากความกว้างของคิวเวฟที่กว้างขึ้นเรื่อยๆเมื่อเวลาผ่านไป. นอกจากนี้พื้นที่ของคิวเวฟมีค่าความจำเพาะและแม่นยำในการวินิจฉัยปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจที่เกินร้อยละ 10 ของกล้ามเนื้อหัวใจทั้งหมดมากกว่าการใช้เกณฑ์ลักษณะของคิวเวฟอื่นๆ ดังนั้นพื้นที่ของคิวเวฟจึงเป็นเครื่องมือใหม่ที่น่าสนใจในการนำมาศึกษาต่อไป[14].

ที่ผ่านมาการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างคิวเวฟกับการตายของกล้ามเนื้อหัวใจล้วนทำการศึกษาในเครื่องตรวจสะท้อนในสนามแม่เหล็กชนิดความแรง 1.5 เทสลาทั้งสิ้น ทั้งนี้เนื่องจากเทคโนโลยีมีความก้าวหน้าพัฒนามากขึ้น ปัจจุบันเครื่องสะท้อนในสนามแม่เหล็กมีขนาดความแรง 3.0 เทสลา ซึ่งให้ภาพที่มีความคมชัดกว่า สามารถแยกบริเวณแผลเป็นและกล้ามเนื้อหัวใจที่ยังมีชีวิตได้ชัดเจนกว่าขนาดความแรง 1.5 เทสลา[15, 16]. ซึ่งทำให้ความแม่นยำในการแปลผลและในการวินิจฉัยมากขึ้น

เนื่องจากคลื่นไฟฟ้าหัวใจเป็นเครื่องมือพื้นฐานที่สะดวกและหาได้ง่ายในชีวิตประจำวัน รวมทั้งมีผู้ป่วยจำนวนมากที่ไม่สามารถเข้าถึงการตรวจหาภาวะการตายของกล้ามเนื้อหัวใจด้วยภาพสะท้อนสนามแม่เหล็กได้ ด้วยเหตุนี้เป็นที่มาของหัวข้อการวิจัยในการใช้พื้นที่คิวเวฟจากการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจในการคาดการณ์ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายจากการตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็ก โดยใช้เทคโนโลยีสนามแม่เหล็กความแรงชนิดใหม่คือ 3.0 เทสลา ซึ่ง

คาดหวังว่าผลจากการวิจัยจะมีประโยชน์ในการวางแผนการรักษาและพิจารณาว่าผู้ป่วยรายใดจะได้ประโยชน์จากการขยายเส้นเลือดหรือผ่าตัดบายพาสเส้นเลือดหัวใจต่อไป.

1.2 คำถามหลัก (primary research question)

ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและความหนาของแผลเป็นตลอดชั้นกล้ามเนื้อหัวใจ (Transmural extent) โดยแบ่งตามเส้นเลือดที่หล่อเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจนั้นๆ (Vascular territory)

คำถามรอง (secondary research question)

1.ความแม่นยำของการใช้พื้นที่ของคิวเวฟ เพื่อประเมินความหนาของแผลเป็นตลอดชั้นกล้ามเนื้อหัวใจ (Transmural extent) โดยแบ่งตามเส้นเลือดที่หล่อเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจนั้นๆ (Vascular territory)

2. ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและขนาดแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจ (scar volume) โดยคิดเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับกล้ามเนื้อหัวใจทั้งหมด

3. ความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของคิวเวฟและความหนาของแผลเป็นตลอดชั้นกล้ามเนื้อหัวใจ (Transmural extent) โดยแบ่งตามเส้นเลือดที่หล่อเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจนั้นๆ (Vascular territory)

4. ความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของคิวเวฟและขนาดแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจ (scar volume) โดยคิดเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับกล้ามเนื้อหัวใจทั้งหมด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย (Objective)

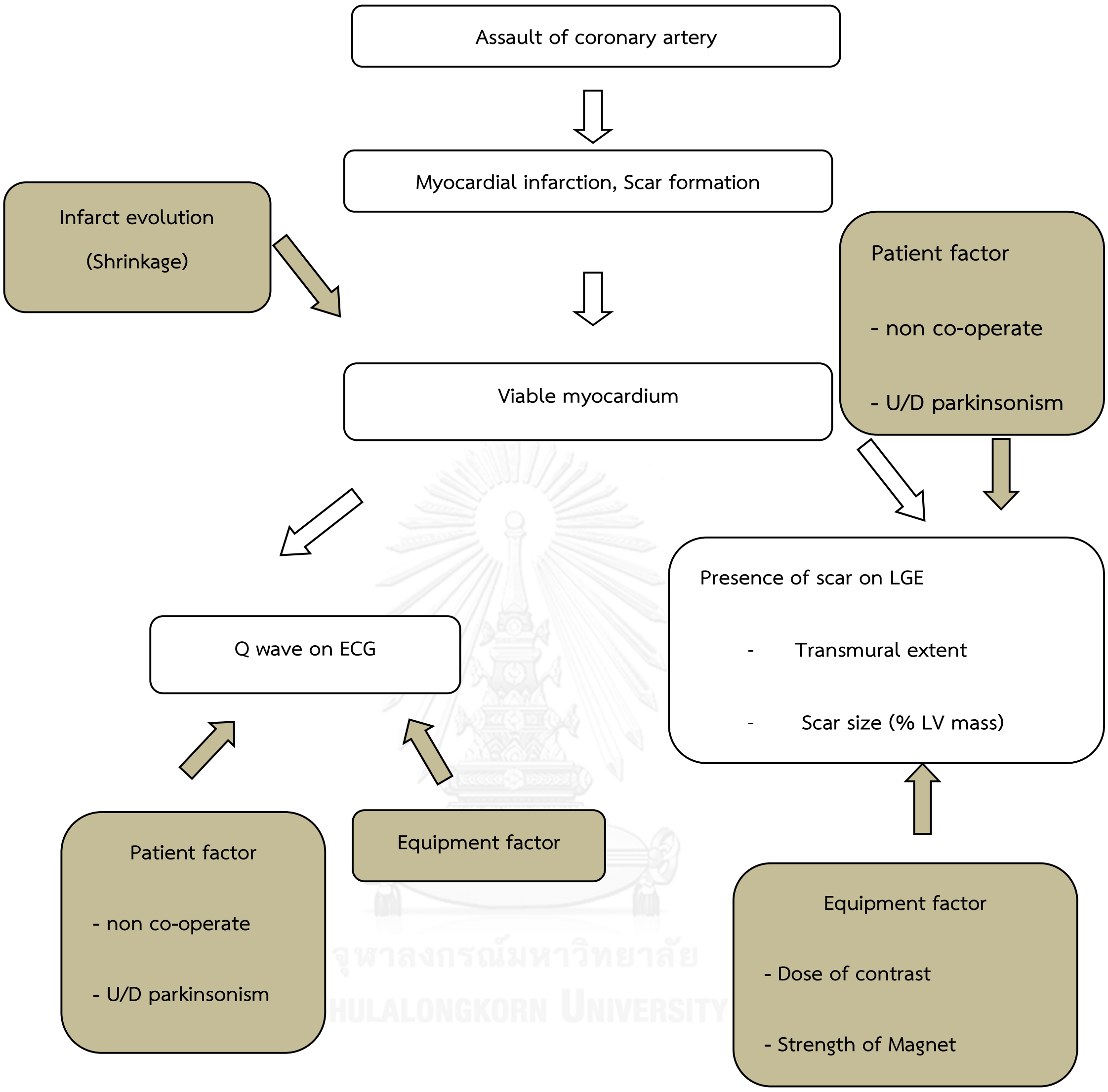
- หาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและความหนาของแผลเป็นตลอดชั้นกล้ามเนื้อหัวใจ โดยแบ่งตามเส้นเลือดที่หล่อเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจนั้นๆ (Vascular territory)
- เพื่อศึกษาหาความแม่นยำของพื้นที่คิวเวฟเพื่อใช้คาดการณ์การตายของกล้ามเนื้อหัวใจและขนาดของแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจ
- เพื่อศึกษาหาความแม่นยำของการใช้พื้นที่ของคิวเวฟในการประเมินความหนาของแผลเป็นตลอดชั้นกล้ามเนื้อหัวใจ (Transmural extent)
- หาความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของคิวเวฟและความหนาของแผลเป็นตลอดชั้นกล้ามเนื้อหัวใจ โดยแบ่งตามเส้นเลือดที่หล่อเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจนั่นๆ (Vascular territory)
- เพื่อศึกษาความแม่นยำของความลึกของคิวเวฟเพื่อใช้คาดการณ์การตายของกล้ามเนื้อหัวใจและขนาดของแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจ
- หาความสัมพันธ์ของการมีหรือไม่มีคิวเวฟและขนาดแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจรวมถึงความหนาของแผลเป็นตลอดชั้นกล้ามเนื้อหัวใจ (Transmural extent)

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption)

1. ข้อมูลทั้งหมดที่ได้เก็บรวบรวมมาจะเป็นความลับต่อผู้ป่วย และจะไม่นำไปเปิดเผยที่ใด
2. เครื่องมือที่ใช้วัดเป็นเครื่องตรวจภาพคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็กขนาดความแรงสนามแม่เหล็ก 3 เทสลา ของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์
3. การเก็บข้อมูลของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ใช้เครื่องตรวจที่มาตรฐาน โดยใช้การตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจชนิดดิจิทัล (Electrical ECG) จะเก็บข้อมูลเป็นรูปแบบ digital ซึ่งมีความแม่นยำสูง สามารถนำรูปคลื่นไฟฟ้าหัวใจมาขยายและวัดโดยใช้เครื่องวัดที่เป็นมาตรฐานได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.5 กรอบแนวความคิดในการวิจัย (Conceptual framework)



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.6 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

1. ตั้งคำถามงานวิจัย ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย เรื่องหัวข้องานวิจัยและความเป็นไปได้ของการทำงานวิจัย
2. ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมในงานวิจัยที่เคยทำมาก่อนและผลของงานวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและปรับปรุงงานวิจัยของตนเอง

3. สืบค้นหาประวัติคนไข้ที่ได้รับการตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็กชนิด 3.0 เทสลา (Cardiac MRI) เพื่อดูภาวะการตายของกล้ามเนื้อหัวใจ (Viability test) ในช่วง ตุลาคม 2015- พฤศจิกายน 2016 ของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์
4. สืบค้นหาประวัติผู้ป่วยที่ได้รับการตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็กชนิด 3.0 เทสลา เพื่อนำเวชระเบียนมาเก็บข้อมูลและเก็บผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจของคนไข้ โดยขออนุญาตจากทางเวชระเบียน เพื่อนำข้อมูลไปศึกษาหลังจากได้รับการอนุญาตจากทางจริยธรรมและทางการวิจัยส่วนกลางแล้ว
5. ตรวจสอบข้อมูลของผู้ป่วยแต่ละคนว่าเข้าได้กับ inclusion and exclusion criteria ของงานวิจัยหรือไม่
6. ผู้ป่วยทุกคนก่อนตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็กชนิด 3.0 เทสลา จะต้องได้รับการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ โดยคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่นำมาวิเคราะห์ข้อมูลจะต้องทำในวันเดียวกันกับการตรวจด้วยคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็กชนิด 3.0 เทสลาเท่านั้น
7. นำคลื่นไฟฟ้าหัวใจของผู้ป่วยมาวิเคราะห์ โดยการค้นหาคิวเวฟและวัดความกว้าง, ความลึกและพื้นที่ของคิวเวฟ โดยใช้เครื่องมือในการวัดผ่าน electrical ECG
8. นำผลการตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็กชนิด 3.0 เทสลา มาวิเคราะห์และประมวลผลใหม่ โดยรวบรวมประวัติและผลการตรวจจากระบบ PACC ของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ซึ่งนำทีมโดยอาจารย์ที่ปรึกษาที่เชี่ยวชาญด้านการตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็กเป็นผู้วิเคราะห์และประมวลผล โดยผู้อ่านผลจะไม่ทราบผลการอ่านคลื่นไฟฟ้าหัวใจว่ามีคิวเวฟหรือไม่ เพื่อไม่ให้เกิดความอคติในการแปลผล
9. บันทึกผลตามแบบฟอร์มบันทึกข้อมูลงานวิจัย

หมายเหตุ

1. การติดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ พยาบาลจะเป็นผู้ทำการติดก่อนจะทำการตรวจด้วยคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็ก ดังนั้นเพื่อความแม่นยำและถูกต้องในการติดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ทางผู้จัดทำได้ทำ interobserver โดยนำผู้ป่วยคนเดียวกันติดคลื่นไฟฟ้าหัวใจซ้ำอีกครั้งและเปรียบเทียบกับการติดครั้งแรกก่อนเข้าตรวจคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็ก
2. ในกรณีคลื่นไฟฟ้าหัวใจไม่ชัดเจนหรือไม่มีข้อมูลในระบบจะถูกตัดออกจากการศึกษาทันที

1.7 ปัญหาทางจริยธรรม (Ethical considerations)

เนื่องจากงานวิจัยเป็นลักษณะการศึกษาเชิงพรรณนา เก็บข้อมูลจากเวชระเบียนของผู้ป่วยและผลการตรวจของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหัวใจในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ดังนั้นผลเสียที่มีต่อผู้ป่วยโดยตรงนั้นไม่มี เนื่องจากเก็บผลวิจัยในผู้ป่วยที่จำเป็นต้องส่งตรวจคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหัวใจอยู่แล้ว รวมทั้งผู้วิจัยไม่ได้เปิดเผยข้อมูลต่อสาธารณชน โดยมีการปกปิดข้อมูลไม่ให้ผู้อื่นทราบได้ว่าข้อมูลนี้เป็นของผู้ป่วยท่านใด ดังนั้นจึงคาดการณ์ได้ว่าจะไม่พบปัญหาเรื่องจริยธรรมในงานวิจัยงานนี้

1.8 ข้อจำกัดทางการวิจัย (Limitation)

เนื่องจากงานวิจัยชิ้นนี้เป็นการศึกษาเชิงพรรณนา ดังนั้นจะมีข้อจำกัดในการควบคุมปัจจัยภายนอกหรือตัวแปรบางอย่างที่อาจมีผลต่องานวิจัย ทำให้ผลการศึกษาเกิดความคลาดเคลื่อนได้ เช่น คลื่นไฟฟ้าหัวใจไม่ชัดเจน, คนไข้ขยับในขณะที่ทำคลื่นไฟฟ้าหัวใจหรือในขณะที่ทำการตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนสนามแม่เหล็ก, การติดตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ไม่ได้มาตรฐาน เป็นต้น

1.9 ผลหรือประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย (Expected benefit and application)

ทำให้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและภาวะการตายของกล้ามเนื้อหัวใจ รวมถึงสามารถนำคิวเวฟใช้เพื่อคาดการณ์ภาวะการตายของกล้ามเนื้อหัวใจและขนาดของแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ไม่สามารถประเมินการตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนในสนามเหล็กหรือในผู้ป่วยที่ไม่สามารถตรวจด้วยคลื่นสะท้อนสนามแม่เหล็กได้ นอกจากนี้ยังได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องตรวจสะท้อนในสนามแม่เหล็กชนิด 3.0 เทสลา กับชนิด 1.5 เทสลา ว่าได้ผลการศึกษาที่ใกล้เคียงและคล้ายคลึงกันหรือไม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

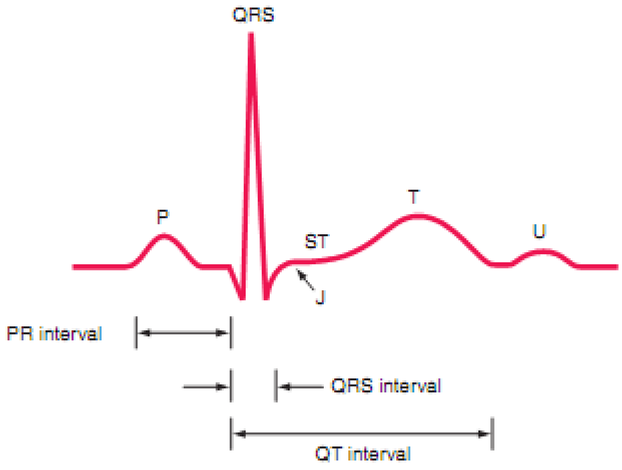
บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 การตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

คลื่นไฟฟ้าหัวใจเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลการทำงานของกระแสไฟฟ้าของหัวใจ ซึ่งจะแบ่งออกเป็นกระแสไฟฟ้าในรยางค์ (Limb lead) และกระแสไฟฟ้าที่ทรวงอก (Chest lead) ซึ่งจะเก็บคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่แตกต่างกัน คลื่นไฟฟ้าหัวใจเป็นเครื่องมือที่ง่ายและราคาไม่แพง แต่สามารถบอกการทำงานและความผิดปกติในเซลล์กล้ามเนื้อหัวใจได้เป็นอย่างดี ไม่ว่าจะเป็นภาวะการขาดเลือดของกล้ามเนื้อหัวใจ ภาวะเกลือแร่ในร่างกายผิดปกติ การเต้นของหัวใจที่ผิดจังหวะ รวมไปถึงสามารถนำมาคาดการณ์การเกิดภาวะหัวใจวายเฉียบพลันในอนาคตได้[1].

ในเซลล์กล้ามเนื้อหัวใจประกอบไปด้วยเซลล์ 3 ชนิดคือ เซลล์ที่ก่อกำเนิดไฟฟ้า (Pacemaker cell), เซลล์ที่นำสัญญาณไฟฟ้า (Conducting tissue) และเซลล์กล้ามเนื้อหัวใจ (Myocardial tissue) ซึ่งเซลล์ที่ก่อกำเนิดไฟฟ้าหัวใจที่สำคัญคือ SA node เป็นเซลล์ที่สามารถสร้างกระแสไฟฟ้าเองได้ (Spontaneous depolarization) และเหนี่ยวนำเซลล์รอบข้างทำให้เซลล์เข้าสู่ระยะกระตุ้น (Depolarization). เมื่อมีการ depolarization ของ myocardial จนหมดแล้วก็จะเกิดภาวะ repolarization ตามมา[1-3]. โดยการ depolarization และ repolarization นั้นจะทำให้เกิดคลื่นไฟฟ้าที่สามารถบันทึกได้จากเครื่องตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ โดยคลื่นไฟฟ้าหัวใจประกอบด้วย P wave, QRS complex, T wave และ U wave ซึ่งแต่ละโรคก็มีการแสดงคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่แตกต่างกันไปดังภาพ



รูปภาพที่ 1 แสดงคลื่นไฟฟ้าหัวใจในคนปกติ

ความสำคัญของแต่ละคลื่นไฟฟ้าหัวใจนั้นแตกต่างกัน ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังตารางที่ 1

คลื่นไฟฟ้าหัวใจ	คำอธิบาย	ระยะเวลา
P wave	Depolarization ของหัวใจห้องบน โดยจะมีการกระจายสัญญาณจากขวาไปซ้าย	80 msec
QRS wave	Depolarization ของหัวใจห้องล่างทั้งสองข้าง เนื่องจากมีขนาดกล้ามเนื้อที่มากกว่า ทำให้มีลักษณะคลื่นไฟฟ้าที่ใหญ่กว่า P wave	80-120 msec
T wave	Repolarization ของกล้ามเนื้อหัวใจห้องล่างทั้ง 2 ข้าง	160 msec
U wave	Repolarization ของผนังชั้นกลางของเซลล์ ส่วนใหญ่จะเป็นคลื่นไฟฟ้าเล็กๆ แต่สามารถพบได้ในภาวะผิดปกติบางอย่างเช่น ภาวะโปรแตสเซียมในเลือดต่ำ เป็นต้น	
PR interval	เป็นการวัดจากจุดเริ่มต้นของ P wave ไปจนถึงจุดสิ้นสุดของ PR segment สะท้อนระยะเวลาของการเดินทางของไฟฟ้าจาก SA node ไปยัง AV node ซึ่งระยะทางที่ใช้เวลามากที่สุดอยู่ที่ AV node	120-200 msec
ST segment	เป็นช่วงที่หัวใจห้องล่างทั้ง 2 ข้างเกิดการ depolarization ทั้งหมด	80-120 msec
QT interval	เป็นการวัดจากจุดเริ่มต้นของ QRS complex ไปจนถึงจุดสิ้นสุดของ T wave ซึ่งเป็นระยะเวลารวมของการ depolarization และ repolarization ของกล้ามเนื้อหัวใจ	420 msec

ตารางที่ 1 แสดงความสำคัญของเวฟต่างๆในคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

คลื่นไฟฟ้าหัวใจเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการวินิจฉัยในภาวะหัวใจขาดเลือดเฉียบพลันและภาวะหัวใจขาดเลือดเรื้อรัง สามารถบอกได้ทั้งความอยู่รอดของกล้ามเนื้อหัวใจ, ระยะเวลาการเกิด, รวมทั้งความลึกของชั้นกล้ามเนื้อหัวใจที่ตายได้ การขาดเลือดของกล้ามเนื้อหัวใจในระยะแรกอาจจะพบการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าหัวใจตั้งแต่ ST segment elevation, ST segment depression, hyperacute T wave และ inverted T wave. ซึ่งการวินิจฉัยจะต้องใช้ทั้งประวัติและการตรวจร่างกายเข้าร่วมด้วย ส่วนในภาวะการขาดเลือดของกล้ามเนื้อหัวใจเรื้อรัง เราอาจจะตรวจพบคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ผิดปกติได้มากมาย หนึ่งในคลื่นไฟฟ้าที่ผิดปกติคือคิวเวฟ (Q wave). ในอดีตกล่าวว่า ถ้าเมื่อใดมีการพบ Q wave ในคลื่นไฟฟ้าหัวใจบ่งบอกว่ามีการตายของกล้ามเนื้อหัวใจในบริเวณนั้นๆ การทำการเปิดหลอดเลือดหัวใจอาจจะไม่มีประโยชน์ในผู้ป่วยดังกล่าว อย่างไรก็ตามข้อมูลในปัจจุบันพบว่า ภาวะการตายของกล้ามเนื้อหัวใจไม่ได้มีความสัมพันธ์กับคิวเวฟโดยตรง กล่าวคือในผู้ป่วยที่มีคิวเวฟอาจจะไม่มีการตายของกล้ามเนื้อหัวใจก็ได้ ในทางกลับกันผู้ป่วยที่ไม่มีคิวเวฟก็พบการตายของกล้ามเนื้อหัวใจได้เช่นกัน.

คำนิยามของคิวเวฟที่มีความสำคัญนั้นมีอยู่มากมาย ซึ่งนิยามของแต่ละกลุ่มก็แตกต่างกันดังจะแสดงให้เห็นในตารางดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คิวเวฟ	คำนิยาม
“Classic” criteria	Q-wave with a duration ≥40 msec and/or a depth ≥25% of the R-wave in the same lead or the presence of a Q-wave equivalent
TIMI criteria	Q-wave ≥30 msec in 2 contiguous leads, any Q- or R-wave ≥10 msec and ≥0.1 mV in lead V2, and R-wave ≥40 msec in V1
Consensus 2000	Any Q-wave in leads V1 through V3, Q-wave ≥30 msec in leads I, II aVL, aVF, V4, V5, V6 The Q-wave changes must be present in any 2 contiguous leads, and be ≥1 mm in depth
Consensus 2007	Any Q-wave in leads V2–V3 ≥20 msec or QS complex in leads V2 and V3 Q-wave ≥30 msec and ≥0.1 mV deep or QS complex in leads I, II, aVL, aVF or V4–V6 in any 2 leads of a contiguous lead grouping (I, aVL, V6;V4–V6; II, III, and aVF) R-wave ≥40 msec in V1–V2 and R/S ≥1 with a concordant positive T-wave in the absence of a conduction defect

ตารางที่ 2 แสดงนิยามของคิวเวฟทางกลุ่มสมาคมโรคหัวใจต่างๆ

งานวิจัยนี้ใช้คำนิยามล่าสุดคือ ESC/ACCF/AHA/WHF Consensus 2007[17] ในการวิเคราะห์ผลเนื่องจากแม่นยำมากที่สุด ดังนั้นจะเห็นได้ว่ามีการแบ่งกล้ามเนื้อหัวใจโดยแบ่งตามการหล่อเลี้ยงของเส้นเลือดหัวใจซึ่งแบ่งเส้นเลือดหัวใจเป็น 3 เส้นคือ Left anterior descending coronary artery (LAD), Left circumflex coronary artery (LCX) และ Right coronary artery (RCA). โดยจากการศึกษาของ Rovai, D. และคณะ[11] ได้แบ่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจตามการหล่อเลี้ยงของเส้นเลือดหัวใจโดยใช้ V1-V4 แสดงถึงการเลี้ยงของหลอดเลือด Left anterior descending coronary artery (LAD), ใช้ I, aVL, V5, V6 เป็นการเลี้ยงของหลอดเลือด Left circumflex coronary artery (LCX) และใช้ II, III, aVF เป็นการเลี้ยงของหลอดเลือด Right coronary artery (RCA) . ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้แบ่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจตามการหล่อเลี้ยงของเส้นเลือดเช่นเดียวกัน

มีผู้พยายามศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคิวเวฟและการตายของกล้ามเนื้อหัวใจมากมาย โดยมีทั้งที่สัมพันธ์และไม่สัมพันธ์กัน ตัวอย่างเช่น Moon JC, และคณะ[12] ผู้ศึกษาได้มีความสนใจในกลุ่มที่มีและไม่มีคิวเวฟว่ามีความสัมพันธ์กับการตายของกล้ามเนื้อหัวใจหรือไม่ โดยนำคนไข้ทั้งหมด 100 คนที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดมาทำการตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็กเพื่อดูการตายของกล้ามเนื้อหัวใจ รวมถึงหาความสัมพันธ์กับคลื่นไฟฟ้าหัวใจว่ามีความสัมพันธ์กับการตายของกล้ามเนื้อหัวใจหรือไม่ จากการศึกษาพบว่า มีคนไข้ที่มีคิวเวฟแต่ไม่พบการตายของกล้ามเนื้อหัวใจถึง 28% และมีคนไข้ที่ไม่มีคิวเวฟแต่พบการตายของกล้ามเนื้อหัวใจมากถึง 29%

Nadour W และคณะ[14] เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของคิวเวฟและการตายของกล้ามเนื้อหัวใจ ทางคณะได้เก็บตัวอย่างผู้ป่วยจำนวน 235 คน โดยทั้งหมดได้รับการตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็ก ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่า พบคิวเวฟในผู้ป่วย 74 คนใน 235 คน. ซึ่งพบว่ามีเพียงแค่ 24 คนใน 74 คนที่มีคิวเวฟและมีภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายคิดเป็น 32% ของคิวเวฟทั้งหมด เมื่อนำมาคิดความไว (Sensitivity) และความจำเพาะ (Specificity) เทียบกับการตายของกล้ามเนื้อหัวใจพบว่าความไวอยู่ที่ 66% และความจำเพาะอยู่ที่ 85%.

Rovai D และคณะ[11] ได้ศึกษาความสัมพันธ์คิวเวฟเมื่อเทียบกับการตายของกล้ามเนื้อหัวใจจากการตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนสนามแม่เหล็ก โดยการศึกษาในผู้ป่วยทั้งหมด 79 คน พบว่า คิวเวฟที่ anterior wall ของกล้ามเนื้อหัวใจมีความสัมพันธ์กับพื้นที่การตายของกล้ามเนื้อหัวใจมากถึง 81%. ส่วนบริเวณ lateral อยู่ที่ 59% และบริเวณ inferior wall มีความสัมพันธ์กับการตายของกล้ามเนื้อหัวใจเพียง 27%. นอกจากนี้เมื่อนำจำนวนของคิวเวฟมาหาความสัมพันธ์กับความหนาของแผลเป็นตลอดชั้นกล้ามเนื้อหัวใจ (Transmural extent) พบว่าเมื่อจำนวนคิวเวฟที่ anterior wall ที่เพิ่มมากขึ้นมีความสัมพันธ์กับความหนาของแผลเป็นตลอดชั้นกล้ามเนื้อหัวใจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.

จากการศึกษาล่าสุดพบว่า มีพารามิเตอร์ชนิดหนึ่งที่น่าสนใจคือ พื้นที่ของคิวเวฟ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการคาดการณ์ภาวะการตายของกล้ามเนื้อหัวใจรวมถึงปริมาณแผลเป็นใน

กล้ามเนื้อหัวใจ Weinsaft, J.[18, 19] และคณะ ได้ทำการศึกษาเรื่องพื้นที่ของคิวเวฟและหาความสัมพันธ์กับขนาดแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจ โดยนำผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดและมีคิวเวฟในคลื่นไฟฟ้าหัวใจทั้งหมด 158 คน นำผู้ป่วยมาทำคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ 4 วันและ 1 เดือนหลังจากเกิดกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของความกว้างของคิวเวฟอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจริง แต่ระยะความลึกของคิวเวฟและพื้นที่คิวเวฟกลับไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ. นอกจากนี้เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและขนาดแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจที่มากกว่าร้อยละ 10 พบว่ามีความสัมพันธ์กันค่อนข้างชัดเจนและเมื่อหาความแม่นยำโดยใช้พื้นที่คิวเวฟกับขนาดแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจที่มากกว่าร้อยละ 10 เปรียบเทียบกับการประเมินด้วยวิธีดั้งเดิม (Selvester QRS score) พบว่า Sensitivity and accuracy สูงกว่าอย่างชัดเจน โดยที่ specificity, positive predictive value และ negative predictive value ใกล้เคียงกัน. จากผลการศึกษาพิสูจน์ว่าพื้นที่ของคิวเวฟไม่เปลี่ยนแปลงตามกาลเวลาและยังมีความสัมพันธ์กับขนาดแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจที่มากกว่าร้อยละ 10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ. ดังนั้นพื้นที่ของคิวเวฟจึงเป็นพารามิเตอร์ที่น่าสนใจเพื่อนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจหรือภาวะการตายของกล้ามเนื้อหัวใจต่อไป.

2.2 การตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็ก

การตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็กนั้น มีความสำคัญและซับซ้อนกว่าการสร้างภาพที่อวัยวะอื่น เนื่องจากต้องสร้างภาพตามการเต้นของหัวใจเพื่อให้ได้ภาพที่แสดงถึงการบีบตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ การเปิดปิดของลิ้นหัวใจและกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดตามจริง โดยหลักการของการสร้างภาพใช้สนามแม่เหล็กเป็นตัวเหนี่ยวนำให้นิวเคลียสในอะตอมมีการจัดเรียงตัวในแนวสนามแม่เหล็ก ถ้าเปรียบเทียบเครื่องสะท้อนสนามแม่เหล็กเหมือนสนามแม่เหล็กโลก นิวเคลียสก็เปรียบเสมอแท่งแม่เหล็กเล็กๆที่จะเรียงตัวตามสนามแม่เหล็กโลกเสมอ ส่วนนิวเคลียสที่ไม่มีสภาพแล้วก็จะไม่เรียงตัว โดยนิวเคลียสจะมีสภาพแม่เหล็กก็ต่อเมื่อโปรตอนและนิวตอนเป็นเลขคี่ เช่น ไฮโดเจน โซเดียม เท่านั้น โดยส่วนประกอบของเซลล์ที่ใช้เป็นหลักก็คือไฮโดเจน เครื่องสะท้อนในสนามแม่เหล็กนั้นจะจับสัญญาณที่ปล่อยออกมาหลังจาก

ถูกกระตุ้นโดยสนามแม่เหล็กเพื่อคืนสู่สภาวะปกติของนิวเคลียส ซึ่งสามารถเลือกกระตุ้นเฉพาะไฮโดเจนได้.

เทคนิคของการตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็กนั้นมีหลายวิธี โดยแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งหนึ่งในวิธีการวินิจฉัยภาวะแผลเป็นในหัวใจนั้นคือเทคนิค delayed enhancement เนื่องจากจะเห็นภาวะแผลเป็นในหัวใจที่ค่อนข้างชัดเจนและสามารถประเมินการตายของกล้ามเนื้อหัวใจได้ด้วย.

เทคนิค	สิ่งตรวจพบ
เทคนิคการตรวจ SSFP	**ความผิดปกติของการบีบตัวเฉพาะส่วน** พบการบีบตัวลดลงเฉพาะส่วนได้ในกรณีที่มีกล้ามเนื้อหัวใจตาย ภาวะ stunning หรือภาวะ hibernating ส่วนใหญ่มีกล้ามเนื้อหัวใจบริเวณนั้นบางลงได้ในกรณีที่มีกล้ามเนื้อหัวใจตายชนิดเรื้อรัง **ภาวะหัวใจห้องล่างโตและบีบตัวน้อย** พบขนาดหัวใจห้องล่างซ้ายโตและสมรรถภาพการบีบตัวลดลง แต่ไม่เท่ากันในแต่ territory ในกรณีที่มีหลอดเลือดแดงตีบหลายเส้น จนเกิดโรค ICM
เทคนิค first pass perfusion	**ความผิดปกติของ perfusion ขณะการตรวจ stress ด้วยยา adenosine** พบความผิดปกติของการกระจายตัวของสีในกล้ามเนื้อหัวใจบางส่วนตาม territory ของหลอดเลือดแดงหัวใจนั้นๆ
เทคนิค delayed enhancement	**ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตาย** พบแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจชนิด subendocardium หรือ transmural ที่กล้ามเนื้อหัวใจบาง segment ตาม territory ของหลอดเลือดหัวใจนั้นๆ **ภาวะ microvascular obstruction** พบลักษณะที่ตรงกลางเป็นสีดำ ล้อมรอบด้วยกล้ามเนื้อหัวใจตายที่เป็นสีขาว เกิดจากบริเวณ microcirculation ที่ยังไม่มีเลือดไปเลี้ยง ขณะที่หลอดเลือดแดงส่วน epicardium มีเลือดไหลผ่านปกติ **ภาวะ peri-infarct** พบกล้ามเนื้อหัวใจบริเวณนั้นมีสัญญาณภาพเข้มกว่ากล้ามเนื้อปกติ แต่น้อยกว่ากล้ามเนื้อที่ตาย ส่วน

	ใหญ่ใช้เกณฑ์ค่าสัญญาณภาพอยู่ระหว่าง 2-4 เท่าหรือ 2-3 เท่า โดยเป็นบริเวณกล้ามเนื้อหัวใจที่ตายปะปนกับกล้ามเนื้อหัวใจที่ยังมีชีวิต
เทคนิค magnetic resonance angiography	**ความผิดปกติของหลอดเลือดแดงหัวใจ** พบหลอดเลือดแดงหัวใจตีบหรือตัน อาจพบโรค anormalous coronary artery origin หรือ Kawasaki
เทคนิค T2-weighted	**ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจบวม** พบกล้ามเนื้อหัวใจบริเวณนั้นมีสัญญาณภาพที่เข้มขึ้น เป็นสีขาวมากกว่ากล้ามเนื้อหัวใจปกติที่เป็นสีเทา
เทคนิค phase contrast	**ความรุนแรงของภาวะลิ้นหัวใจไมตรัลรั่ว** สามารถประเมินความรุนแรงของลิ้นหัวใจรั่วได้ จากความแตกต่างของ stroke volume ที่วัดได้จากปริมาตรหัวใจห้องล่างซ้ายขณะคลายตัวสุดและบีบตัวสุด ด้วยเทคนิค SSFP และค่า stroke volume ที่ได้จากการวัด flow ในภาพตัดขวางของหลอดเลือดเอออร์ต้าด้วยเทคนิค phase contrast **ความผิดปกติของความยืดหยุ่นของหลอดเลือดแดงเอออร์ต้า** พบค่า PWV ที่สูงขึ้น ซึ่งบ่งถึงความยืดหยุ่นของหลอดเลือดที่ลดลง โดยตัดภาพในระนาบ transverse ของหลอดเลือดแดงเอออร์ต้าส่วน ascending และ descending

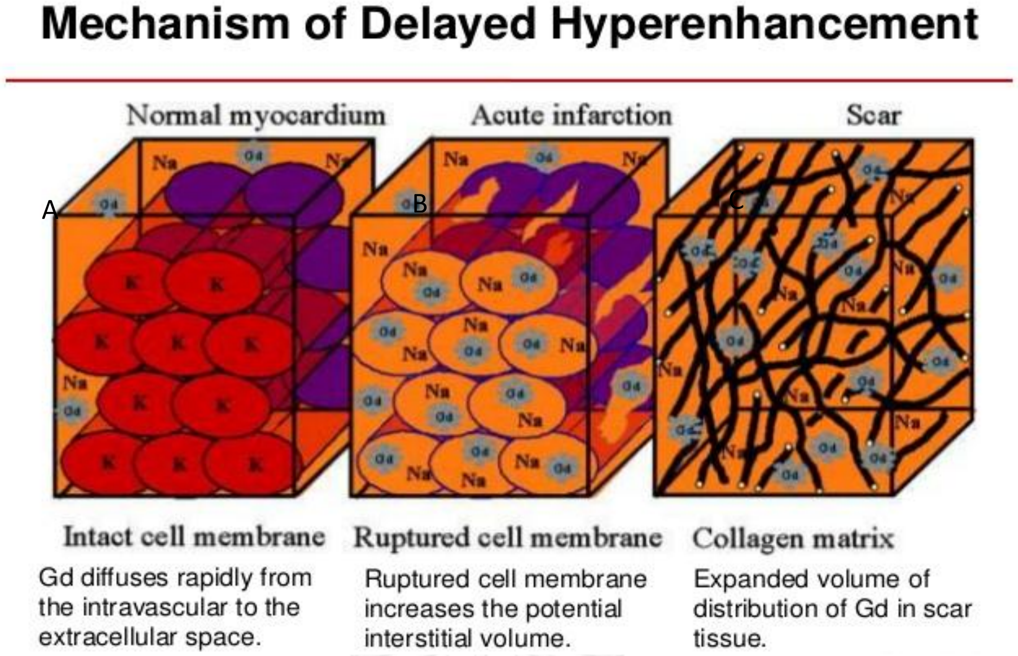
ตารางที่ 3 แสดงการตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็ก โดยมีเทคนิคต่างๆและสิ่งตรวจพบในหลอดเลือดแดงหัวใจตีบ

การประเมินภาวะการตายของกล้ามเนื้อหัวใจมีความสำคัญมากในเวชปฏิบัติ เนื่องจากการทำ revascularization ไม่ว่าจะเป็นการทำบอลลูนขยายหลอดเลือดแดงหัวใจหรือการผ่าตัด CABG มีประโยชน์ก็ต่อเมื่อยังมีกล้ามเนื้อหัวใจที่มีชีวิตหลงเหลืออยู่ การตรวจสืบค้นแต่ละวิธีมีหลักการในการประเมินที่แตกต่างกัน โดยจะมีเทคนิคอยู่ประมาณ 2 วิธีคือ การประเมินลักษณะกล้ามเนื้อหัวใจโดยตรงโดยใช้เทคนิค delayed enhancement และการประเมินภาวะ contractile reserve ด้วยการให้ยา dobutamine ขนาดต่ำ[5].

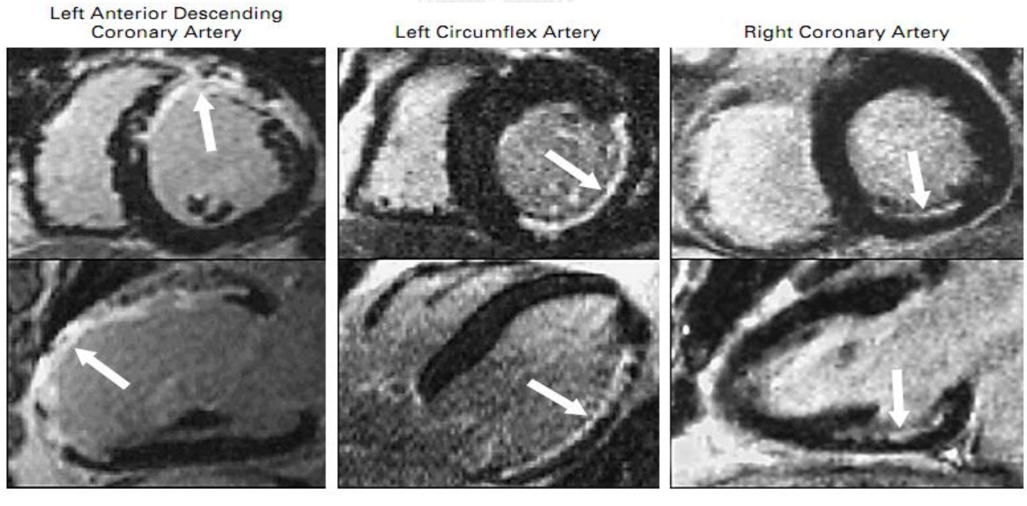
การประเมินลักษณะของเนื้อเยื้อโดยตรงโดยเทคนิค delayed enhancement ถือเป็นมาตรฐานอ้างอิงและมีความแม่นยำสูงที่สุดจากหลายการศึกษา ทั้งที่เปรียบเทียบกับหลักฐานทางคลินิก การตรวจสืบค้นอื่น หรือการตรวจทางพยาธิวิทยา หลักการของเทคนิคนี้คือการที่มี

สาร gadolinium เหลืออยู่ในกล้ามเนื้อหัวใจที่ตาย ขณะที่กล้ามเนื้อหัวใจปกติไม่มีสาร gadolinium หลงเหลืออยู่ เมื่อทำการตัดภาพในเวลาที่กำหนด โดยระยะเวลานี้คือ ระยะที่คาดว่าสาร gadolinium ถูกขับออกจากกล้ามเนื้อหัวใจปกติแล้ว ส่วนใหญ่อยู่ที่ 10-15 นาทีหลังจากฉีดสารเข้าไปและขึ้นกับปริมาณของสารด้วย กลไกการเกิดมี 2 กลไก ได้แก่ การที่มีปริมาตรการกระจายตัว (volume of distribution) ของสาร gadolinium เพิ่มขึ้น และการที่สาร gadolinium เข้าและขับออกจากกล้ามเนื้อหัวใจได้ช้า (delayed wash-in and wash-out) สาร gadolinium ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นชนิดที่การกระจายตัวหลักอยู่นอกเซลล์ (Extracellular) ขณะที่กล้ามเนื้อหัวใจปกติเซลล์รวมกันแน่นทำให้ปริมาตรส่วนใหญ่ร้อยละ75-80 เป็นชนิด intracellular โดยที่สาร gadolinium ไม่สามารถผ่าน cell membrane ปกติเข้าไปในเซลล์ได้ กลไกแรกที่มีปริมาตรการกระจายตัวของสาร gadolinium เพิ่มขึ้น เกิดจากกลไกที่ต่างกันระหว่างภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลันและชนิดเรื้อรัง ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลันมีปริมาตรการกระจายตัวเพิ่มขึ้นจากการที่ permeability ของ cell membrane ในกล้ามเนื้อหัวใจที่ตายเสียไป ทำให้สาร gadolinium ที่เดิมเข้าเซลล์ได้น้อยมาก สามารถผ่านเข้าเซลล์ได้เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาตรการกระจายตัวมากขึ้นด้วย ขณะที่ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายชนิดเรื้อรังปริมาตรการกระจายตัวที่เพิ่มขึ้นเกิดจากแผลเป็น (Myocardial scar) ในกล้ามเนื้อหัวใจที่เป็นส่วน extracellular มากขึ้น ทำให้สาร gadolinium เข้าสู่กล้ามเนื้อหัวใจที่เป็นแผลเป็นได้มากขึ้น ดังแสดงในรูปภาพที่ 2 ปริมาตรการกระจายตัวที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้การขับสาร gadolinium ในบริเวณนั้นช้าลง จึงทำให้สาร gadolinium เหลืออยู่เมื่อตัดภาพในเวลาที่กำหนด อีกกลไกหนึ่งคือ การที่สาร gadolinium เข้าและถูกขับออกจากกล้ามเนื้อหัวใจได้ช้าเนื่องจากปริมาณเลือดที่เลี้ยงหัวใจลดลงหรือช้าลงเมื่อมีหลอดเลือดแดงหัวใจตีบหรือตัน กลไกหลังเกิดขึ้นทั้งในภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายชนิดเฉียบพลันและเรื้อรัง[5].

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปภาพที่ 2 แสดงกลไกการการกระจายตัวของสารเข้าสูงกล้ามเนื้อหัวใจที่ตายด้วยเทคนิค delayed enhancement : การกระจายตัวของสารมีปริมาตรน้อยในภาวะกล้ามเนื้อหัวใจปกติ (รูป A) ปริมาตรการกระจายตัวของสาร gadolinium เพิ่มขึ้นในภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายชนิดเฉียบพลัน เนื่องจากสาร gadolinium สามารถผ่าเข้าเซลล์ได้เพิ่มมากขึ้นเนื่องจาก permeability ของเซลล์เสียไป (รูป B) ในภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายชนิดเรื้อรัง สาร gadolinium เข้าสู่หัวใจส่วนที่เป็นแผลเป็นทำให้มี extracellular space เพิ่มมากขึ้น (รูป C) (Methodist DeBakey Cardiovascular 2013;9(3):163-8)



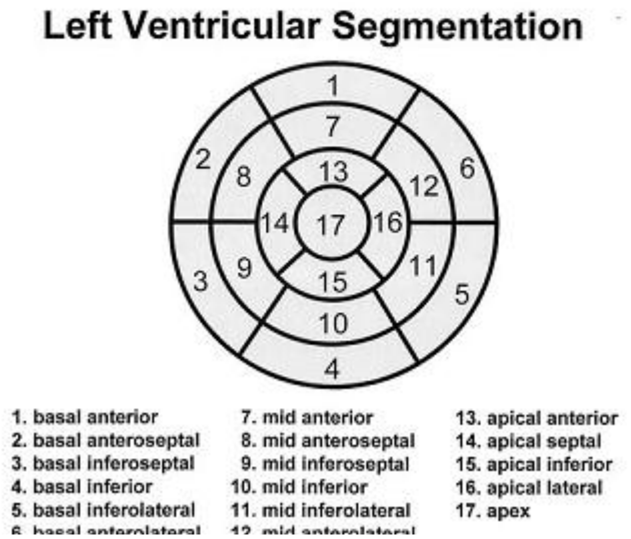
รูปภาพที่ 3 แสดงการตรวจพบกล้ามเนื้อหัวใจตายด้วยเทคนิค delayed enhancement ในกล้ามเนื้อหัวใจที่เลี้ยงด้วยหลอดเลือดต่างๆ โดยบริเวณที่เป็นสีดำคือกล้ามเนื้อหัวใจที่ปกติและยังมีชีวิตอยู่ ส่วนบริเวณที่เป็นสีขาวคือกล้ามเนื้อหัวใจที่ตายแล้ว ซึ่งมีสาร gadolinium ค้างอยู่ (N Engl J Med. 2000 Nov 16;343(20):1445-53)

การเกิดกล้ามเนื้อหัวใจตายมีลักษณะเฉพาะคือเกิดขึ้นที่ชั้น subendocardium ก่อน แล้วขยายไปที่ชั้น subepicardium ขึ้นกับความรุนแรงของหลอดเลือดแดงหัวใจที่ตีบหรือตัน เรียกว่าปรากฏการณ์ wave front การประเมินกล้ามเนื้อหัวใจอาจประเมินด้วยตาเรียกว่า

visual assessment เป็นวิธีที่ง่ายและใช้บ่อยทางคลินิก โดยการแปลผลกล้ามเนื้อหัวใจตายต้องแยกว่า เป็นชนิดกล้ามเนื้อหัวใจตายทั้งชั้น (Transmural) หรือชนิดกล้ามเนื้อหัวใจตายเฉพาะชั้นใน (Subendocardium) โดยคำนิยามของการตายของกล้ามเนื้อหัวใจทั้งชั้นคือ มีกล้ามเนื้อหัวใจตายหนาเกินร้อยละ 50 ของกล้ามเนื้อหัวใจชั้นนั้นๆ ส่วนการตายของกล้ามเนื้อเฉพาะชั้นในคือมีการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่น้อยกว่าร้อยละ 50 โดยมีวิธีคำนวณดังนี้

รูปภาพที่ 4 แสดงการคำนวณความหนาของการตายของกล้ามเนื้อหัวใจ (Kim RJ. N Engl J Med. 2000;343(20):1445-53)

เนื่องจากการตายของกล้ามเนื้อหัวใจ 2 ชนิดนี้มีความแตกต่างกันในแนวทางการรักษาและการพยากรณ์ของโรคชัดเจน ดังนั้นจึงแบ่งกล้ามเนื้อหัวใจออกเป็น 17 segment เพื่อให้ง่ายต่อการประเมินตาม Standardized Myocardial Segmentation and Nomenclature for Tomographic Imaging of the Heart 2002 ได้กำหนด 17 segment model เพื่อให้ง่ายต่อการแปลผล โดยแต่และ segment ก็มีหลอดเลือดหัวใจมาเลี้ยงที่แตกต่างกัน โดยแสดงให้เห็นในภาพที่ 5 และ 6



รูปภาพที่ 5 แสดงการแบ่งกล้ามเนื้อหัวใจห้องล่างขวาออกเป็น 17 segment (Int J Cardiovasc Imaging. 2002 Feb;18(1):539-42)

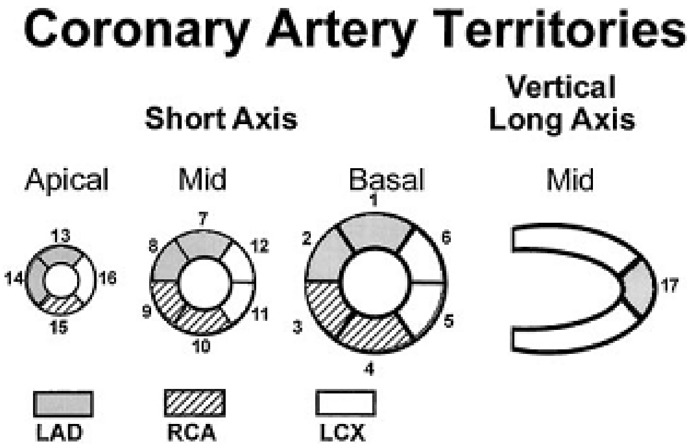


Figure 5. Assignment of the 17 myocardial segments to the territories of the left anterior descending (LAD), right coronary artery (RCA), and the left circumflex coronary artery (LCX). Modified from reference 5.

รูปภาพที่ 6 แสดงการแบ่งกล้ามเนื้อหัวใจออกเป็น 17 segment โดยแต่ละSegment มีการเลี้ยงด้วยหลอดเลือดหัวใจที่แตกต่างกัน โดยแบ่งเป็นหลอดเลือด LAD, LCX และ RCA (Int J Cardiovasc Imaging. 2002 Feb;18(1):539-42)

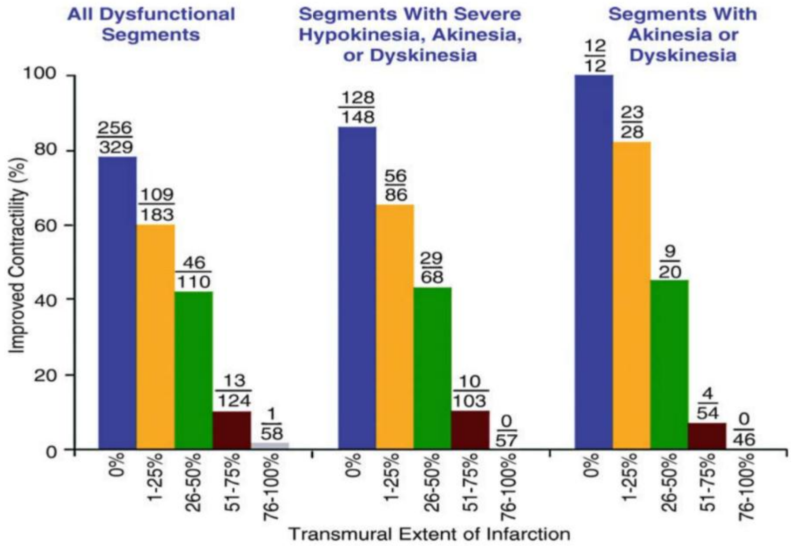
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การประเมินด้วยวิธี semi-quantitative ทำโดยประเมินกล้ามเนื้อหัวใจแต่ละ segment เป็นคะแนน 0-4 โดยคะแนน 0 หมายถึง ไม่มีแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจเลย คะแนน 1 หมายถึงความหนาของแผลเป็นคิดเป็นร้อยละ 1-25 ของความหนาของกล้ามเนื้อหัวใจ คะแนน 2 หมายถึงความหนาของแผลเป็นคิดเป็นร้อยละ 26-50 ของความหนาของกล้ามเนื้อหัวใจ คะแนน 3 หมายถึงความหนาของแผลเป็นคิดเป็นร้อยละ 51-75 ของความหนาของกล้ามเนื้อหัวใจและคะแนน 4 หมายถึงความหนาของแผลเป็นคิดเป็นมากกว่าร้อยละ 75 ของความหนาของกล้ามเนื้อหัวใจ[10] วิธีสุดท้ายคือการประเมินด้วยวิธี quantitative โดยการวัดปริมาตรของกล้ามเนื้อหัวใจที่ตายเทียบกับปริมาตรของกล้ามเนื้อหัวใจทั้งหมด หน่วยเป็นร้อยละ อาจใช้

manual หรือ automate ซึ่งจะได้ค่าที่แม่นยำขึ้น แต่เนื่องจากต้องใช้ซอฟแวร์ในการแปลผลและยุ่งยาก จึงไม่นิยมใช้กัน.

การแปลผลของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ใช้วิธี visual assessment เนื่องจากทำการศึกษาพบว่ามีความสัมพันธ์กับวิธี semi-quantitative และไม่ต้องเสียเวลาเพิ่มเติมในการทำ post-processing รวมถึงลดค่าใช้จ่ายของโปรแกรม post-processing

เนื่องจากการตายของกล้ามเนื้อหัวใจสามารถชี้แนวทางการรักษาและพยากรณ์โรคได้ ซึ่งมาจากการศึกษาของ Kim RJ และคณะ[6] เมื่อปี 2000 โดยนำผู้ป่วย 50 คนมาทำการตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนไฟฟ้าหัวใจก่อนและหลังทำการเปิดเส้นเลือดหัวใจพบว่า เมื่อมีการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่มากกว่าร้อยละ 50 ของ segment นั้นๆ หลังจากทำการเปิดเส้นเลือดหัวใจไม่ว่าจะเป็นการทำบอลลูนหรือบายพลาสเส้นเลือดพบว่า มีอัตราการกลับมาบีบตัวเหมือนปกติน้อยกว่าการพบการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่น้อยกว่าร้อยละ 50 จึงบ่งบอกว่า เมื่อพบ delayed enhancement ในกล้ามเนื้อหัวใจเกินร้อยละ 50 ของกล้ามเนื้อหัวใจนั้น ถือว่ากล้ามเนื้อหัวใจส่วนนั้นตายแล้ว (non-viable myocardium) ดังแสดงในภาพที่ 7



รูปภาพที่ 7 แสดงการบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจที่ดีขึ้นหลังจากที่ทำการเปิดเส้นเลือดหัวใจ จะสังเกตเห็นว่าไม่ว่าการบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจเป็นเช่นไร ถ้ามีแผลเป็นมากกว่าร้อยละ 50 ของกล้ามเนื้อหัวใจในส่วนนั้นๆ หลังจากเปิดเส้นเลือดหัวใจแล้ว กล้ามเนื้อส่วนนั้นมีโอกาสกลับมาเป็นปกติน้อยมาก (Int J Cardiovasc Imaging. 2002 Feb;18(1):539-42)

การประเมินแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจและการประเมินกล้ามเนื้อหัวใจตายโดยใช้เทคนิค delayed enhancement ถือเป็นเทคนิคที่มาตรฐานในปัจจุบัน เนื่องจากมีความแม่นยำสูงมาก โดยมีความไวถึงร้อยละ 99 ในภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายชนิดเฉียบพลัน และร้อยละ 94 ในภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายชนิดเรื้อรัง นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถวินิจฉัยกล้ามเนื้อหัวใจตายโดยที่ไม่พบคิวเวฟในคลื่นไฟฟ้าหัวใจได้ ดังนั้นจึงมีความไวสูง และยังมีความแม่นยำมากกว่าวิธีทางนิวเคลียร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Simonetti OP[16] ได้ทำการเปรียบเทียบการตรวจหัวใจด้วยเครื่องสะท้อนในสนามแม่เหล็กชนิด 1.5 และ 3.0 เทสลาพบว่า มีการเพิ่มของภาพที่ชัดขึ้นใน 3.0 เทสลา โดยการเพิ่ม signal to noise ration (ISNR) ทำให้ได้ภาพที่ชัดเจนขึ้น เห็นกล้ามเนื้อหัวใจชัดขึ้นใน T1 phase และ first pass metabolism สามารถตรวจจับแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจได้ชัดเจนกว่า 1.5 เทสลา ในส่วนของหลอดเลือดที่เลี้ยงหัวใจนั้น 3.0 เทสลาก็มีความเหนือกว่าอย่างเห็นได้ชัด.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 รูปแบบการวิจัย

เป็นงานวิจัยชนิด descriptive study

3.2 ระเบียบวิธีการวิจัย

ประชากร (population) คือ ผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยหรือสงสัยว่าเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจขาดเลือด (coronary artery disease) และได้ทำการตรวจภาพคลื่นสะท้อนสนามแม่เหล็กหัวใจชนิด 3.0 Tesla เพื่อประเมินการอยู่รอดของกล้ามเนื้อหัวใจ (cardiac MRI for viability test) ในช่วงเดือนตุลาคม 2558 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2559 ซึ่งการคัดกรองผู้ป่วยแสดงในรูปภาพที่ 8

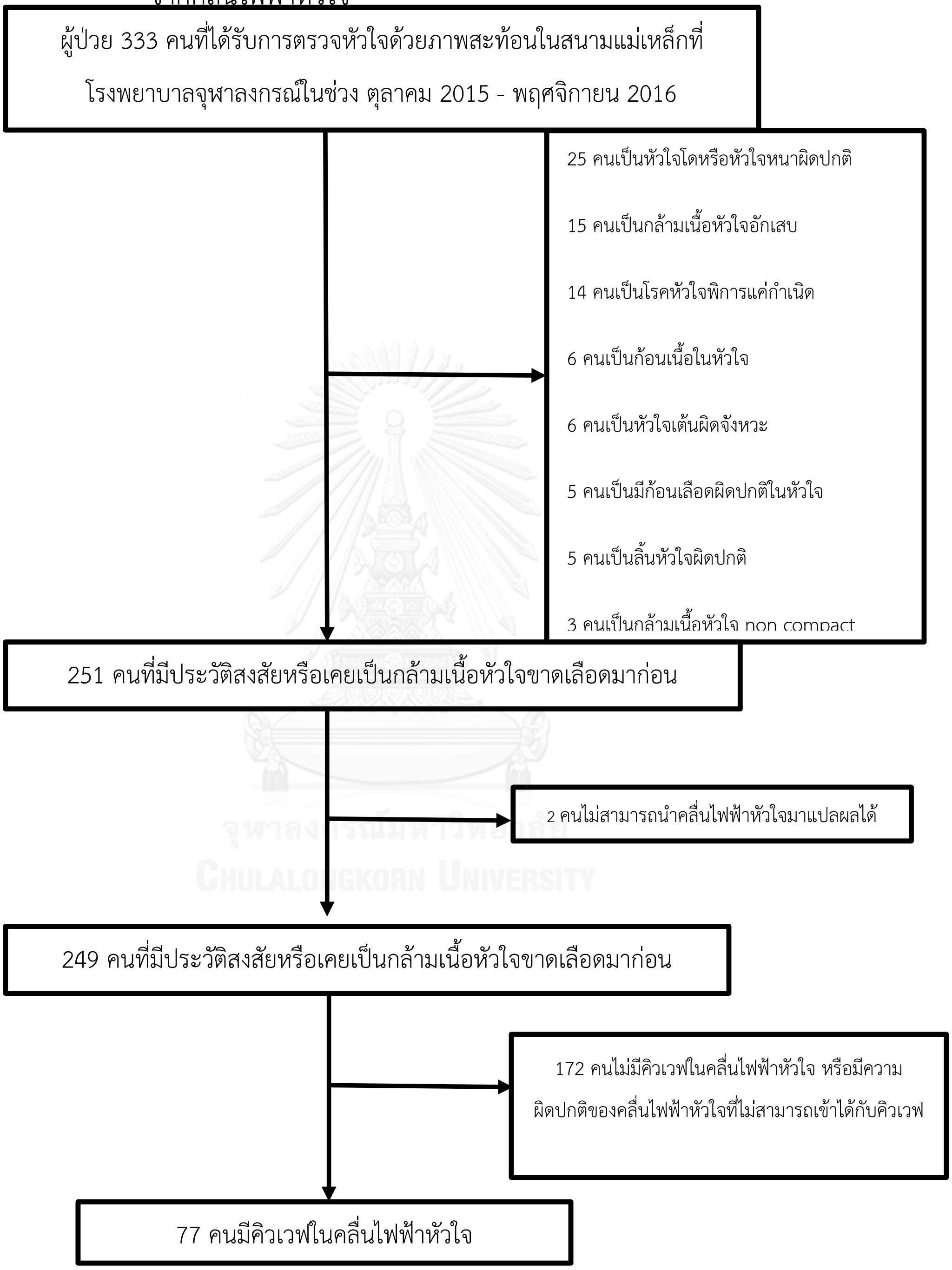
กฎเกณฑ์ในการคัดเลือกเข้ามาศึกษา (Inclusion criteria)

1. ผู้ป่วยที่มีอายุมากกว่าหรือเท่ากับ 18 ปี
2. ผู้ป่วยที่สงสัยหรือได้รับการวินิจฉัยว่ามีกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด

กฎเกณฑ์ในการคัดเลือกออกจากการศึกษา (Exclusion criteria)

1. ผู้ป่วยที่มีภาวะหัวใจหนาผิดปกติหรือหัวใจโตผิดปกติ (hypertrophic or dilated cardiomyopathy)
2. ผู้ป่วยที่มีภาวะ Wolff–Parkinson–White syndrome
3. ผู้ป่วยที่มีภาวะถุงลมโป่งพองชนิดรุนแรง (severe chronic obstructive pulmonary disease)
4. ผู้ป่วยที่มีการนำไฟฟ้าหัวใจผิดปกติชนิด left anterior or posterior hemi-block or bundle-branch block
5. ผู้ป่วยที่มีภาวะแกนไฟฟ้าหัวใจเอียงผิดปกติ marked deviation of the electrical axis

6. ผู้ป่วยที่มีภาวะหัวใจขาดเลือดภายใน 30 วัน
7. ผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยเป็นกล้ามเนื้อหัวใจตายส่วนหลัง (posterior wall MI) จากคลื่นไฟฟ้าหัวใจ



รูปภาพที่ 8 ***ขั้นตอนการคัดกรองและคัดแยกผู้ป่วย***

3.3 การให้คำนิยามเชิงปฏิบัติที่ใช้ในการวิจัย (Operational definition)

คำนิยามของคิวเวฟ

เป็นลักษณะของคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่เกิดขึ้นเป็นคลื่นแรกที่ติดลบ (first negative wave) ในช่วงที่กล้ามเนื้อหัวใจเกิดการเปลี่ยนแปลงความต่างศักย์ (depolarization) โดยจะนิยามของคิวเวฟที่มีความสำคัญ (Pathological Q wave) นั้นต้องประกอบไปด้วย

1. ต้องมีความกว้างมากกว่าหรือเท่ากับ 0.02 วินาทีใน lead V2,V3 หรือเป็น QS complex ใน lead V2, V3
2. ต้องมีความกว้างมากกว่าหรือเท่ากับ 0.03 วินาทีและลึกมากกว่า 0.1 mV หรือเป็น QS complex ในlead I, II, III, aVL, aVF, V1, V4-6 โดยต้องมีติดต่อกัน 2 lead ขึ้นไป[17].

คำนิยามของ การตายของกล้ามเนื้อหัวใจ (Non-viable segment)

หมายถึง การมีแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจที่หนาเกิน ร้อยละ 50 ของความหนากล้ามเนื้อหัวใจทั้งหมด จากการตรวจภาพคลื่นสะท้อนสนามแม่เหล็ก โดยจะแบ่งกล้ามเนื้อหัวใจออกเป็น 17 ส่วน และทำการประเมินความหนาของแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจแต่ละส่วน เป็นคะแนนที่ 0-4 คะแนน โดย 0 หมายถึงไม่มีแผลเป็นเลย, 1 หมายถึงมีแผลเป็นที่หนาร้อยละ 1-25 ของชั้นกล้ามเนื้อหัวใจ, 2 หมายถึงมีแผลเป็นที่หนาร้อยละ 26-50 ของชั้นกล้ามเนื้อหัวใจ, 3 หมายถึงมีแผลเป็นที่หนาร้อยละ 51-75 ของชั้นกล้ามเนื้อหัวใจ, 4 หมายถึงมีแผลเป็นที่หนามากกว่าร้อยละ75 ของชั้นกล้ามเนื้อหัวใจ[4, 7].

คำนิยาม การตายของกล้ามเนื้อหัวใจตามการหล่อเลี้ยงของเส้นเลือดนั้นๆ (Non-viable myocardium by vascular territories)

หมายถึง การที่มีการตายของกล้ามเนื้อหัวใจ (Non-viable segment) มากกว่า 50% ของ segment ทั้งหมดในกล้ามเนื้อหัวใจนั้นๆ โดยแบ่งเส้นเลือดที่เลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจเป็น 3 เส้นคือ Left anterior descending coronary artery (LAD), Left circumflex coronary artery (LCX) และ Right coronary artery (RCA). โดยใน 17 segment นั้นมีเส้นเลือดมาหล่อเลี้ยงแตกต่างกันกล่าวคือ เส้นเลือด LAD หล่อเลี้ยงทั้งหมด 7 segment คือ 1, 2, 7, 8, 13, 14 และ 17, เส้นเลือด LCX หล่อเลี้ยงทั้งหมด 5 segment คือ 5, 6, 11, 12 และ 16 ส่วนเส้นเลือด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

RCA หล่อเลี้ยงส่วนที่เหลือ 5 segment คือ 3, 4, 9, 10 และ 15 ตามลำดับ ดังนั้นการคิดคำนวณจึงขึ้นตามจำนวนของ segment นั้นๆตามเส้นเลือดที่หล่อเลี้ยง[20].

3.4 การคำนวณขนาดตัวอย่าง (Sample size determination)

ใช้วิธีคำนวณตัวอย่างโดยไม่ทราบจำนวนประชากรหรือไม่สามารถนับจำนวนได้ (Infinite Population) โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$N = \frac{p(1-p)z^2}{e^2}$$

N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ

P แทน สัดส่วนของประชากรที่มีคิวเวฟ ซึ่งอ้างอิงจากการศึกษาเดิมของ Nadour W et al[14] ซึ่งพบอุบัติการณ์ของคิวเวฟในคนไข้ที่เป็นหรือสงสัยกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด 31%

Z แทน ระดับความเชื่อมั่นนัยสำคัญทางสถิติซึ่งกำหนดไว้ที่ 0.01 (มีค่าเท่ากับ 2.58)

e แทน สัดส่วนของความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ ยอมรับได้ที่ 10%

หลังจากคำนวณแล้วพบว่าจำเป็นจะต้องใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีคิวเวฟอยู่ที่ 56 คน

3.5 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. สืบค้นหาประวัติผู้ป่วยทั้งหมดที่ได้รับการทำ cardiovascular magnetic resonance ชนิด 3.0 Tesla ซึ่งจะเลือกเฉพาะผู้ป่วยที่ทำ viability study ในช่วง ตุลาคม 2558 – พฤศจิกายน 2559 ของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย
2. สืบค้นหาประวัติผู้ป่วยที่ได้ทำ cardiovascular magnetic resonance เพื่อนำเวชระเบียนมาเก็บข้อมูลและเก็บผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ โดยได้รับอนุญาตจากทางเวชระเบียนและนำข้อมูลไปศึกษาหลังจากได้รับการอนุญาตจากทางจริยธรรมและทางการวิจัยส่วนกลางแล้ว โดยเก็บข้อมูลพื้นฐานของคนไข้ ตั้งแต่อายุ เพศ ประวัติโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด ประวัติโรคประจำตัว เป็นต้น

3. ตรวจสอบข้อมูลของผู้ป่วยว่าเข้าได้กับ inclusion and exclusion criteria ของงานวิจัยหรือไม่ โดยตรวจจากประวัติและคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่มีคิวเวฟ คัดแยกผู้ป่วยที่ไม่เข้ากับคำถามงานวิจัยออกไป
4. นำคลื่นไฟฟ้าหัวใจของคนไข้มาวิเคราะห์ข้อมูลซ้ำ โดยผู้ที่วิเคราะห์ข้อมูลเป็นผู้ทำวิจัยและมีการตรวจสอบความถูกต้องของการอ่านคลื่นไฟฟ้าหัวใจโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านหัวใจเต้นผิดจังหวะ (Electrophysiologist) อีกครั้ง เพื่อความแม่นยำในการวิเคราะห์ข้อมูล
5. ในส่วนของภาพการตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนสนามแม่เหล็ก ได้ทำการทบทวนและแปลผลภาพสะท้อนสนามแม่เหล็กใหม่ทั้งหมด โดยรวบรวมประวัติและผลการตรวจจากระบบ PACCของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์และวิเคราะห์โดยอาจารย์ที่ปรึกษาซึ่งเชี่ยวชาญด้านภาพสะท้อนสนามแม่เหล็กเพื่อความแม่นยำในการแปลผล ภาพสะท้อนสนามแม่เหล็กจะมีการอ่านผลซ้ำโดยอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการตรวจหัวใจด้วยภาพสะท้อนสนามแม่เหล็ก โดยข้อมูลที่เก็บจากภาพสะท้อนสนามแม่เหล็กคือ ขนาดของการตายของกล้ามเนื้อหัวใจโดยแบ่งตามการเลี้ยงของเส้นเลือดหัวใจ การบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจเป็นต้น

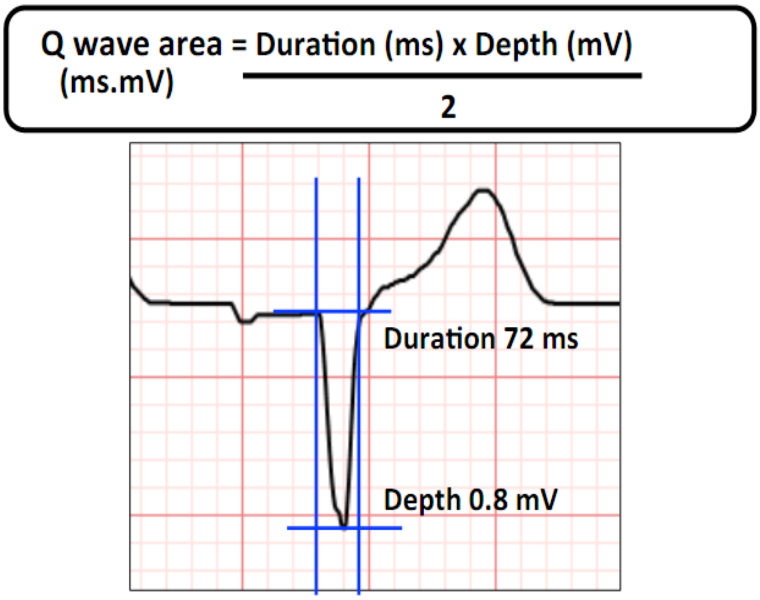
เครื่องมือที่ใช้วัด

คลื่นสะท้อนสนามแม่เหล็กหัวใจที่ใช้ในงานวิจัยเป็นรุ่น **Skyra, Siemens, Erlangen, Germany** 3.0 Tesla ซึ่งมีความแม่นยำและสามารถอ่านผล delayed enhancement ได้ดีเยี่ยม โดยวิธีการเก็บภาพเป็นแบบเก็บภาพย้อนหลังจากคลื่นไฟฟ้าหัวใจในขณะที่ผู้ป่วยหยุดหายใจ แล้วนำมาสร้างภาพเป็น 2 chamber, 3 chamber, 4 chamber และ horizontal long axis. โดยตั้งค่าที่ 6 mm slices และ 4 mm gap ในการอ่านค่า delayed enhancement ซึ่งจะสร้างภาพสะท้อนคลื่นไฟฟ้าแม่เหล็กหลังจากฉีดสาร gadolinium เข้าไปแล้ว 10 นาที ใช้ปริมาณสาร gadolinium อยู่ที่ 0.1 mmol/kg (gadobenate dimeglumine, 0.1 mmol/kg).

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปภาพที่ 9 เครื่องสร้างภาพสะท้อนสนามแม่เหล็กหัวใจ

เครื่องตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจใช้เครื่องสร้างคลื่นไฟฟ้าหัวใจชนิด Trim III ของ Philips Medical system ซึ่งสามารถนำคลื่นไฟฟ้าหัวใจลงที่ระบบ Tracemaster เป็นระบบคลื่นไฟฟ้าหัวใจชนิดดิจิทัล (Digital electrocardiogram) สามารถนำคลื่นไฟฟ้าหัวใจมาขยายให้เห็นคิวเวฟที่ชัดเจนขึ้น และสามารถวัดความลึก ความกว้างของคิวเวฟที่แม่นยำมากขึ้น ส่งผลให้ได้พื้นที่ของคิวเวฟที่ชัดเจนมากขึ้น ดังแสดงให้เห็นในภาพที่ 10



รูปภาพที่ 10 แสดงการวัดพื้นที่ของคิวเวฟโดยคลื่นไฟฟ้าหัวใจชนิดดิจิทัล

3.6 การรวบรวมข้อมูล (Data collection)

เก็บข้อมูลจากผู้ป่วยที่สงสัยหรือมีประวัติเป็นโรคหัวใจขาดเลือด โดยผู้ป่วยเหล่านี้ได้มาทำการตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนสนามแม่เหล็กที่โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ โดยเก็บประวัติจากคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่บันทึกในวันเดียวกับการตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนสนามแม่เหล็ก โดยผู้จัดทำเป็นผู้แปลผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจและได้รับการตรวจสอบอีกครั้งโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านคลื่นไฟฟ้าหัวใจ โดยคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่มีคิวเวฟจะถูกนำมาวัดความลึกของคิวเวฟและความกว้างของคิวเวฟเพื่อนำมาคำนวณพื้นที่ของคิวเวฟต่อไป โดยคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่เก็บรวบรวมข้อมูลเป็นคลื่นไฟฟ้าหัวใจชนิดดิจิทัล (Digital ECG) ทำให้มีความแม่นยำในการวัดสูง ในส่วนของภาพจากคลื่นสะท้อนสนามแม่เหล็กนั้นรวบรวมข้อมูลโดยผู้ทำวิจัยและอ่านผลโดยอาจารย์ที่ปรึกษาซึ่งมีเชี่ยวชาญในการอ่านภาพการตรวจหัวใจด้วยสะท้อนในสนามแม่เหล็ก 2 ท่าน โดยได้เก็บข้อมูล delayed enhancement ซึ่งบ่งบอกถึงการมีแผลเป็นที่กล้ามเนื้อหัวใจและสามารถนำมาแปลผลการตายของกล้ามเนื้อหัวใจได้

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis and statistics)

ข้อมูลพื้นฐานของผู้ป่วยถูกนำมาแจกแจงโดยข้อมูลชนิดต่อเนื่อง (continuous data) ใช้ค่าเฉลี่ย mean ±SD, ใช้ค่ากลาง median (25th to 75th percentile), และใช้ความถี่ (frequency) โดยคิดเป็นร้อยละ (percentage). ทดสอบความแตกต่างของปัจจัยพื้นฐาน (Baseline characteristic) ในกลุ่มที่มีคิวเวฟและในกลุ่มที่ไม่มีคิวเวฟโดยใช้สถิติแบบ Chi-square หรือ fisher exact test.

ROC curves ได้ถูกนำมาใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและปริมาณของแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจรวมถึงการตายของกล้ามเนื้อหัวใจโดยแบ่งตามหลอดเลือดที่เลี้ยงกล้ามเนื้อนั้นๆ (Non-viable myocardium divided by vascular territories) โดยการหาพื้นที่ใต้กราฟ (Area under the curves) เพื่อประเมินความแม่นยำของคิวเวฟ โดยหาจุดตัดที่ดีที่สุดของพื้นที่คิวเวฟและนำมาคำนวณ sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value และ negative predictive value. กำหนดให้ p value < 0.05 ถือว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ (Statistical significant).

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Pearson’s correlation coefficients ถูกนำมาใช้เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและปริมาณแผลเป็นในหัวใจ ซึ่งแปลผลจากค่า r โดยกำหนดความสัมพันธ์จากค่า r ดังต่อไปนี้

ค่า r	**ระดับความสัมพันธ์**
0.9 - 1.0	มีความสัมพันธ์กันสูงมาก
0.7 - 0.9	มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง
0.5 - 0.7	มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง
0.3 - 0.5	มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ
< 0.3	มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำมาก

ตารางที่ 4 แสดงค่า r และการแปลผลความสัมพันธ์ที่ได้จาก Person correlation

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ข้อมูลพื้นฐาน

มีผู้เข้าร่วมวิจัยที่เข้าเกณฑ์การคัดเลือกทั้งหมด 249 คน โดยที่ 77 คนมีคิวเวฟในคลื่นไฟฟ้าหัวใจ คิดเป็นร้อยละ 31 ของประชากรตัวอย่าง ข้อมูลพื้นฐานพบว่าผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมด 77 คน เป็นชาย 62 คน คิดเป็นร้อยละ 80 ของประชากรคิวเวฟ อายุโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 65 ปี ผู้ป่วยมีโรคประจำตัวเป็นโรคเบาหวาน 35 คนคิดเป็นร้อยละ 45, ความดันโลหิตสูง 52 คนคิดเป็นร้อยละ 67 และโรคไขมันในเลือดผิดปกติ 47 คน คิดเป็นร้อยละ 61. ผู้ป่วยที่มีคิวเวฟ มีประวัติเป็นโรค stable coronary artery disease เท่ากับ 64 คน คิดเป็นร้อยละ 83.1และมีประวัติโรคหัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน แบ่งเป็น unstable angina 1 คน (ร้อยละ1.3). Non-ST elevation myocardial infarction 3 คน (ร้อยละ 3.9) และ ST elevation MI 9 คน (ร้อยละ 11.7) ผู้ป่วยที่มีคิวเวฟ มีประวัติเคยทำบอลลูนขยายหลอดเลือดมาก่อน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 31 และเคยทำการผ่าตัดบายพลาสเส้นเลือดหัวใจ 5 คน คิดเป็นร้อยละ 6.5 ของกลุ่มคิวเวฟ.

ในส่วนผลการตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนสนามแม่เหล็กในกลุ่มที่มีคิวเวฟพบว่า ค่าเฉลี่ยการบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจอยู่ที่ร้อยละ 39.8±16 โดยมีปริมาณแผลเป็นที่หัวใจเฉลี่ยร้อยละ 20±14.9 และมีการตายของกล้ามเนื้อหัวใจโดยแบ่งเป็น 17 segments เฉลี่ยที่ร้อยละ 21±20 ต่อคน ถ้าคิดตามเส้นเลือดที่เลี้ยงหัวใจโดยแบ่งเป็น LAD, LCX และ RCA พบว่าปริมาณ segment ที่มีกล้ามเนื้อหัวใจตายโดยหล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือด LAD เฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 32±38, LCXร้อยละ 15±30 และที่ RCAร้อยละ 12±25.

ในกลุ่มที่ไม่มีคิวเวฟพบว่า เป็นชายเพียง 81 คน คิดเป็นร้อยละ 47 โดยมีความแตกต่างกับกลุ่มคิวเวฟอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อายุเฉลี่ยและโรคประจำตัวค่อนข้างใกล้เคียงกันและไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ยกเว้นภาวะไขมันผิดปกติซึ่งพบมากในกลุ่มคิวเวฟ ประวัติการรักษาพบว่าในกลุ่มที่ไม่มีคิวเวฟมีประวัติเคยทำบอลลูนขยายหลอดเลือดหัวใจน้อยกว่ากลุ่มที่มีคิวเวฟอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนของผลจากการตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อน

สนามแม่เหล็กพบว่า มีการบีบตัวของหัวใจที่ดีกว่า มีปริมาณแผลเป็นในหัวใจที่น้อยกว่า และปริมาณการตายของกล้ามเนื้อหัวใจแบ่งออกเป็น segment ที่น้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 5 คุณลักษณะพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัย

ตัวแปร	Q Wave (จำนวน= 77 คน)	No Q wave (จำนวน= 172 คน)	p-value
เพศชาย	62 (80.5%)	81 (47.1%)	<0.001
อายุ			
เฉลี่ย ± SD.	64.86 ± 11.9	66.48 ± 11.09	0.297
เบาหวาน	35 (45.5%)	70 (40.7%)	0.482
ความดันโลหิตสูง	52 (67.5%)	104 (60.5%)	0.287
ไขมันในเลือดผิดปกติ	47 (61%)	77 (44.8%)	0.018*
ประวัติการเป็นโรคหัวใจขาดเลือดมาก่อน			
SCAD	64 (83.1%)	170 (98.8%)	
MI	--------	-----	
UA	1 (1.3%)	0 (0%)	
NSTEMI	3 (3.9%)	2 (1.2%)	
STEMI	9 (11.7%)	0 (0%)	
ประวัติเคยทำบอลลูน	24 (31.2%)	22 (12.8%)	0.001*
ประวัติเคยผ่าตัดเส้นเลือดหัวใจ	5 (6.5%)	5 (2.9%)	0.183
CMR finding			
● LVEF	39.88 ± 16.47%	56.19 ± 15.82%	<0.001*
● Scar volume	20 ± 14.9%	2.79 ± 7.07%	<0.001*
● Nonviable segment (% total segment)			
: Per patient	21.77 ± 20.06%	2.22 ± 8.15%	<0.001*
: Per territory			
LAD	32.47 ± 38.27%	2.16 ± 11.67%	<0.001*
LCX	15.84 ± 30.84%	2.56 ± 12.35%	<0.001*
RCA	12.73 ± 25.11%	1.98 ± 9.59%	<0.001*

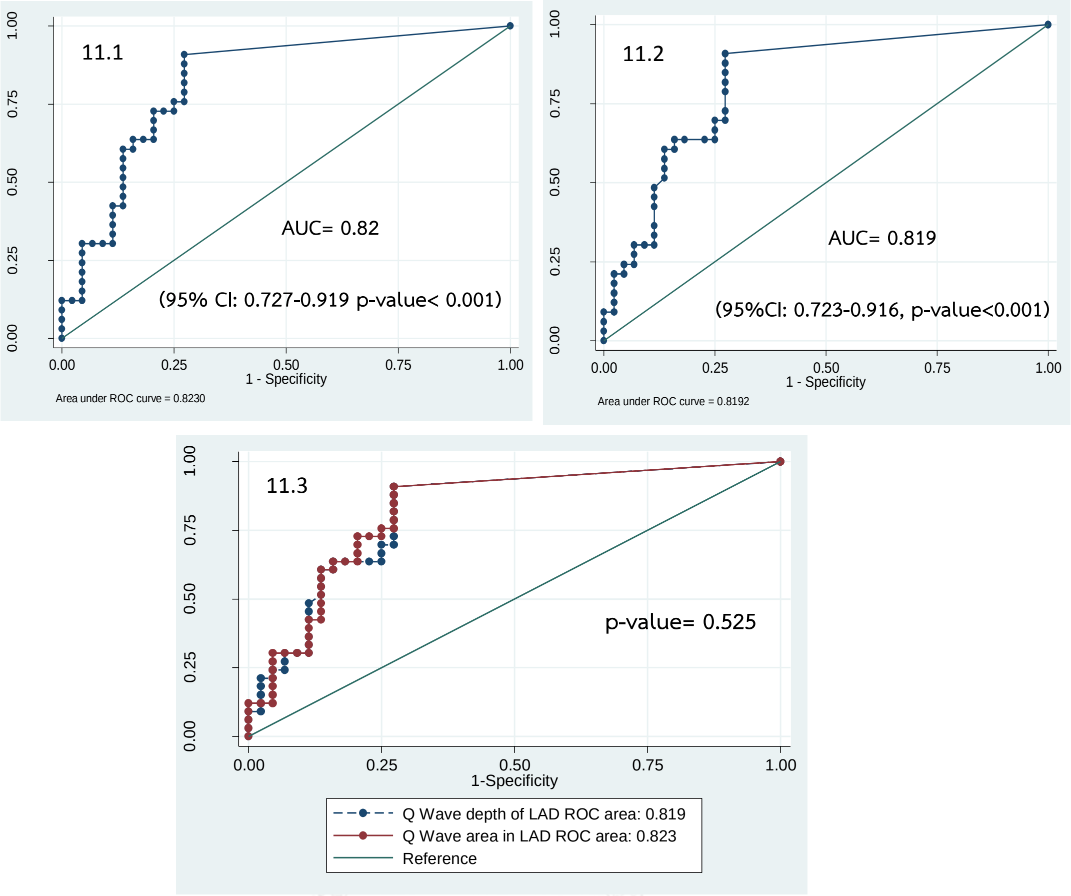
Values presented as mean ± SD. and frequency (%). P-value corresponds to Independent t-test, and Chi -square test. *P < 0.05 ,

Nonviable segment= segment with scar > 50% of myocardium thickness.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 11.1 ได้แสดงถึง ROC curves ของพื้นที่ของคิวเวฟกับการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือด LAD (Non-viable myocardium at LAD) พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมี Area under the curves (AUC) ที่ 0.82 (95% CI: 0.727-0.919, p-value< 0.001). โดยเมื่อหาจุดตัดของค่าพื้นที่คิวเวฟที่ดีที่สุดในการคาดการณ์ภาวะการตายของกล้ามเนื้อหัวใจพบว่า 74.4 msec.mV เป็นจุดตัดที่ดีที่สุด โดยมีค่าความไว (sensitivity) ที่ 72.2%, ความจำเพาะ (specificity) ที่ 79.5% และความแม่นยำ (Accuracy) ที่ 76.6% โดยที่ positive predictive value และ negative predictive value อยู่ที่ 72.7% และ 79.5% ตามลำดับ เมื่อศึกษาปัจจัยระหว่างความลึกของคิวเวฟและระยะทางของคิวเวฟแล้วพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อคิวเวฟมากที่สุดคือ ความลึกของคิวเวฟ และเมื่อนำความลึกของคิวเวฟมาหาความสัมพันธ์กับการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือด LAD พบว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมี AUC= 0.819 (95%CI: 0.723-0.916, p-value<0.001). ดังที่แสดงในภาพที่ 11.2 ซึ่งค่าความลึกของคิวเวฟที่ดีที่สุดที่ใช้ในการคาดการณ์ภาวะการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือด LAD คือ 0.3 mV. เมื่อนำทั้งสองเครื่องมือคือ พื้นที่ของคิวเวฟและความลึกของคิวเวฟพบว่า มีความสัมพันธ์กับการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือด LAD ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ดังที่แสดงให้เห็นในภาพที่ 11.3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปภาพที่ 11 แสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่ของคิวเวฟและความลึกของคิวเวฟกับการตายของกล้ามเนื้อหัวใจตามการหล่อเลี้ยงของเส้นเลือด LAD

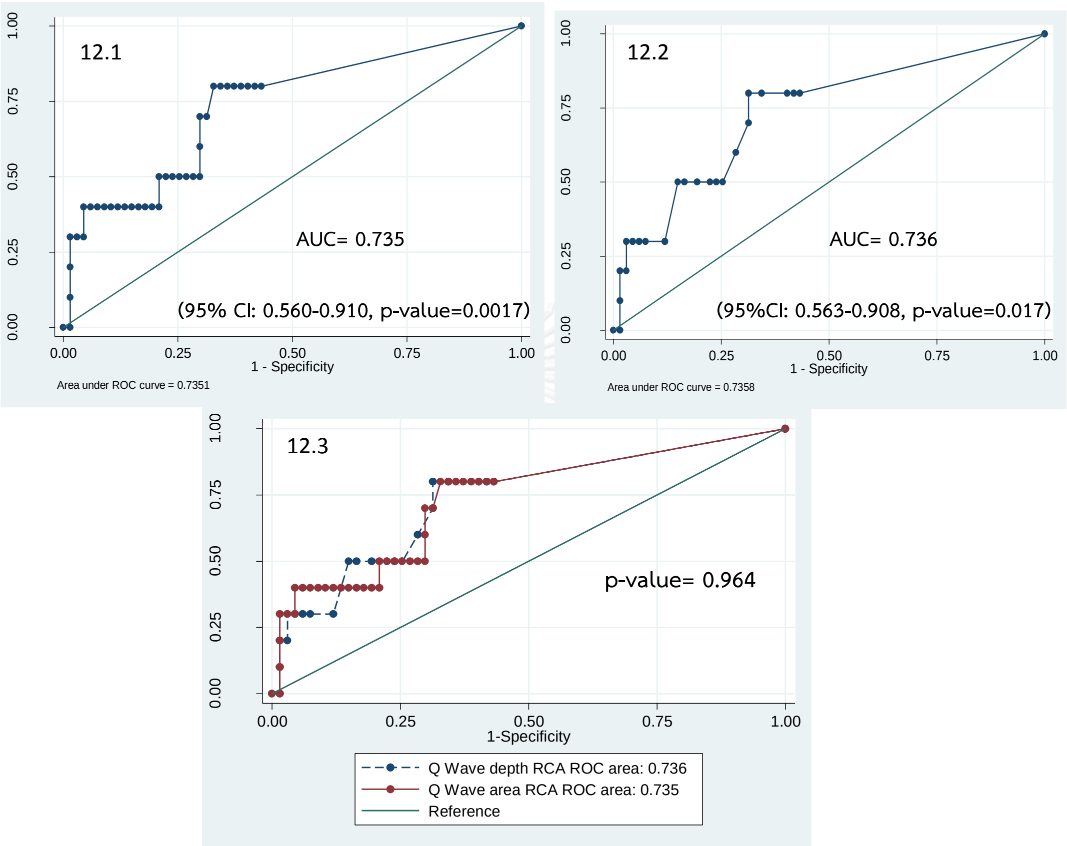
รูปภาพที่ 11.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือด LAD

รูปภาพที่ 11.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของคิวเวฟและการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือด LAD

รูปภาพที่ 11.3 แสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่คิวเวฟและความลึกของคิวเวฟกับการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือด LAD

ภาพที่ 12.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือด RCA (Non-viable myocardium at RCA) พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมี AUC อยู่ที่ 0.735 (95% CI: 0.560-0.910, p-value=0.0017) โดยพื้นที่ของคิวเวฟที่ดีที่สุดในการคาดการณ์ภาวะการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วย RCA คือ 66.28 msec.mV. โดยมีค่าความไว (sensitivity) ที่ 40.0%, ความจำเพาะ (specificity) ที่ 95.5% และความแม่นยำ (Accuracy) ที่ 88.3% โดยที่ positive predictive value และ negative predictive value อยู่ที่ 57.1% และ 91.4% ตามลำดับ. เมื่อใช้ความ

ลึกของคิดเวฟในการหาความสัมพันธ์กับการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วย RCA นั้น พบว่ามีความสัมพันธ์ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ โดยค่าความลึกของคิวเวฟที่ดีที่สุดอยู่ที่ 0.95 mV. ดังแสดงในภาพที่ 12.2 และ 12.3



CHULALONGKORN UNIVERSITY

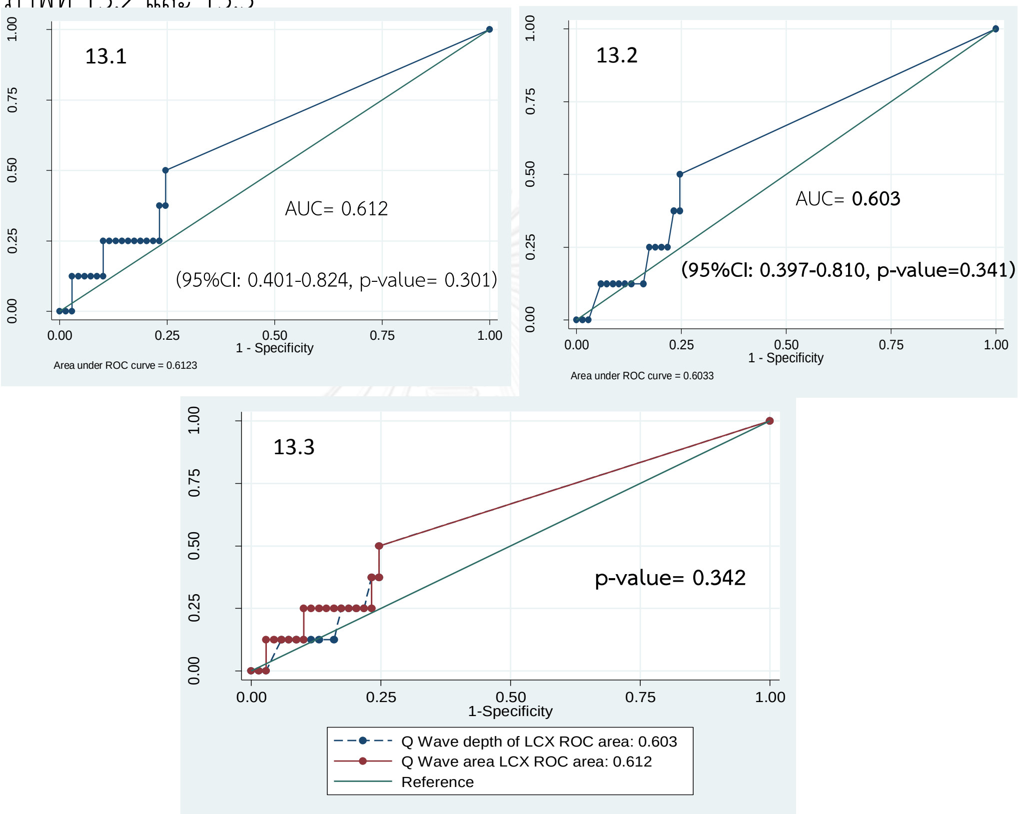
รูปภาพที่ 12 แสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่ของคิวเวฟและความลึกของคิวเวฟกับการตายของกล้ามเนื้อหัวใจตามการหล่อเลี้ยงของเส้นเลือด RCA

รูปภาพที่ 12.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือด RCA

รูปภาพที่ 12.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของคิวเวฟและการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือด RCA

รูปภาพที่ 12.3 แสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่คิวเวฟและความลึกของคิวเวฟกับการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือด RCA

ในส่วนของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือด LCX นั้น แสดงในภาพที่ 13.1 โดยความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือด LCX มีความสัมพันธ์ค่อนข้างน้อยและไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่า AUC มีเพียง 0.612 (95%CI: 0.401-0.824, p-value= 0.301) และผลจากการหาความสัมพันธ์โดยใช้ความลึกคิวเวฟซึ่งได้ผลออกมาเช่นเดียวกัน โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในภาพที่ 13.2 และ 13.3



รูปภาพที่ 13 แสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่ของคิวเวฟและความลึกของคิวเวฟกับการตายของกล้ามเนื้อหัวใจตามการหล่อเลี้ยงของเส้นเลือด LCX

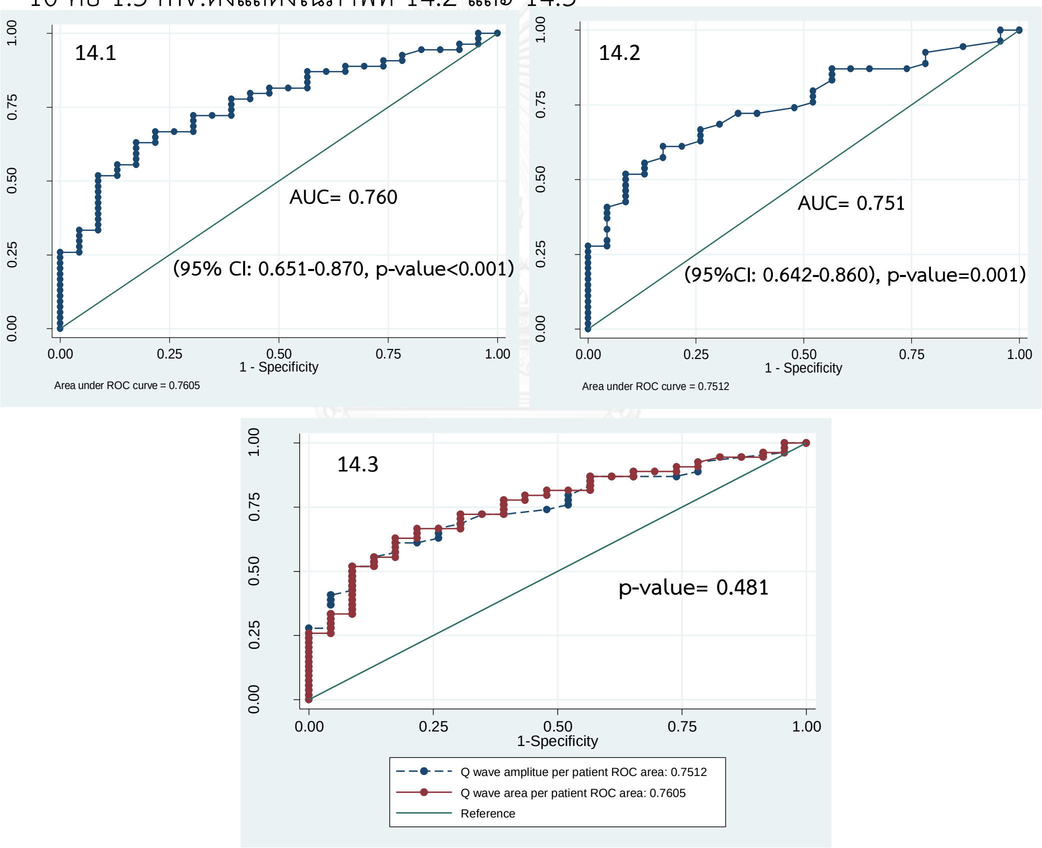
รูปภาพที่ 13.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือด LCX

รูปภาพที่ 13.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของคิวเวฟและการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือด LCX

รูปภาพที่ 13.3 แสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่คิวเวฟและความลึกของคิวเวฟกับการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือด LCX

ROC curve ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและปริมาณแผลเป็นในหัวใจโดยใช้จุดตัดของปริมาณแผลเป็นในหัวใจที่มากกว่าร้อยละ 10 ของกล้ามเนื้อหัวใจทั้งหมดพบว่า พื้นที่ของคิวเวฟมีความสัมพันธ์กับปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจที่มากกว่าร้อยละ 10 อย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ โดยมีค่า AUC อยู่ที่ 0.760 (95% CI: 0.651-0.870, p-value<0.001) ดังแสดงในภาพที่ 14.1 โดยพื้นที่คิวเวฟที่ดีที่สุดในการคาดการณ์แผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจที่มากกว่า 10% คือ 24.80 msec.mV โดยมีค่าความไว (sensitivity) ที่ 87.0%, ความจำเพาะ (specificity) ที่ 43.5% และความแม่นยำ (Accuracy) ที่ 74.0% โดยที่ positive predictive value และ negative predictive value อยู่ที่ 78.3% และ 58.8% ตามลำดับ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจที่มากกว่าร้อยละ 10 และความลึกของคิวเวฟพบว่า มีความสัมพันธ์ที่ดีและมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมี AUC อยู่ที่ 0.751 (95%CI: 0.642-0.860), p-value=0.001) โดยค่าที่ดีที่สุดที่ใช้ในการคาดการณ์ปริมาณแผลเป็นในหัวใจที่มากกว่าร้อยละ 10 คือ 1.3 mV.ดังแสดงในภาพที่ 14.2 และ 14.3



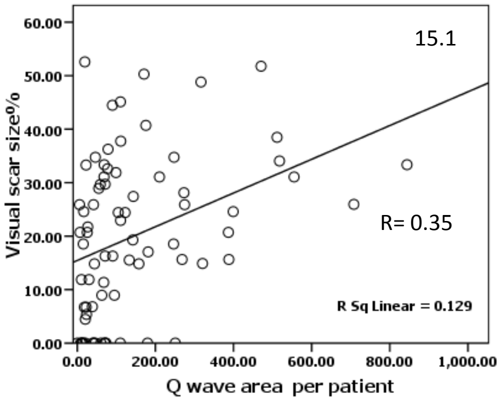
รูปภาพที่ 14 แสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่ของคิวเวฟและความลึกของคิวเวฟกับปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจที่มากกว่าร้อยละ 10

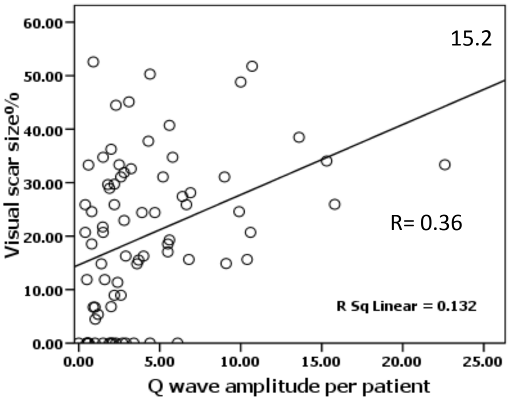
ภาพที่ 14.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจที่มากกว่าร้อยละ 10

ภาพที่ 14.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของคิวเวฟและปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจที่มากกว่าร้อยละ 10

ภาพที่ 14.3 แสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่คิวเวฟและความลึกของคิวเวฟกับปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจที่มากกว่าร้อยละ 10

เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและปริมาณของแผลเป็นในกล้ามเนื้อหาโดยใช้ Preson’s correlation พบว่า มีความสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำ โดยมีค่า r= 0.359 และมีค่า p-valve= 0.001 ดังแสดงในภาพที่ 15.1 และความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของคิวเวฟและปริมาณของแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจก็เป็นไปในทางเดียวกันกับพื้นที่ของคิวเวฟ โดยมีค่า r= 0.363 และมีค่า p-valve= 0.001. ดังแสดงในภาพที่ 15.2



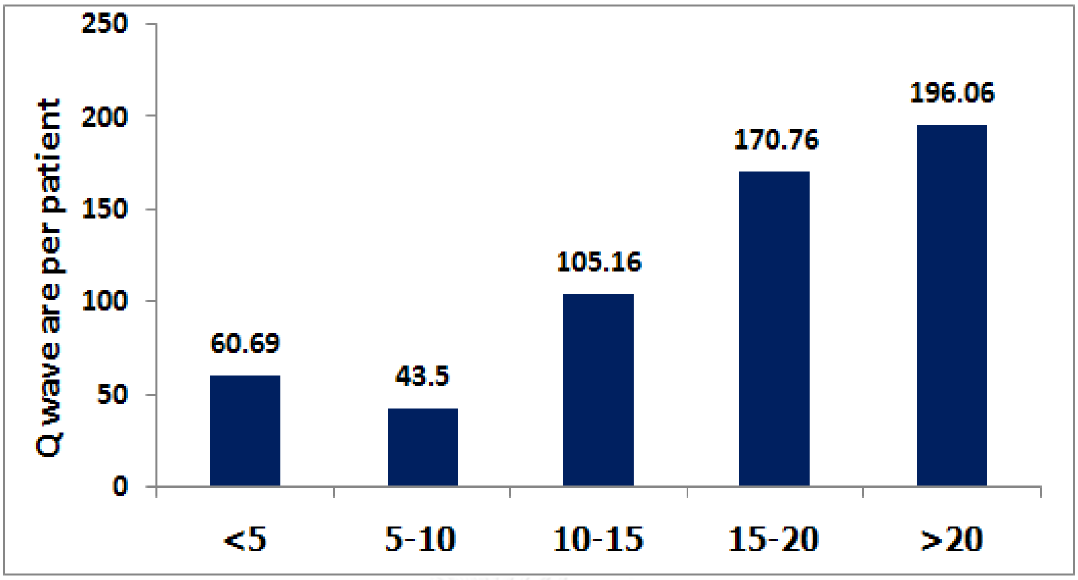


รูปภาพที่ 15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและความลึกของคิวเวฟกับปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจ

ภาพที่ 15.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจที่

ภาพที่ 15.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของคิวเวฟและปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจที่

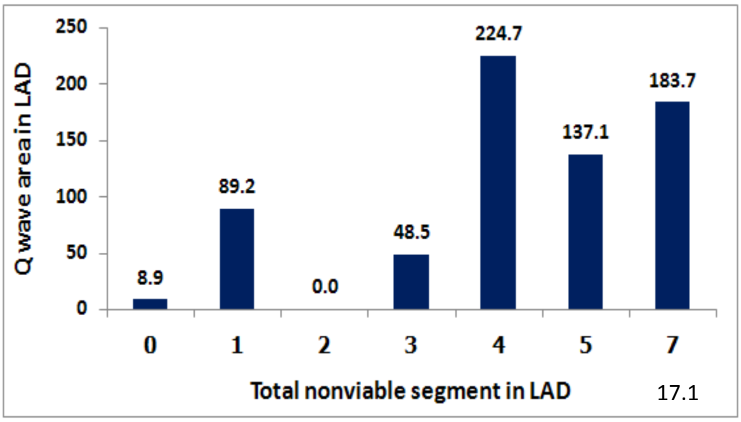
ภาพที่ 16 แสดงถึงความสัมพันธ์ของพื้นที่คิวเวฟและปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจ พบว่า เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ของคิวเวฟมีความสัมพันธ์กับปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value< 0.001 for trend) โดยจุดตัดจะเห็นได้ชัดที่ปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจที่มากกว่าร้อยละ 10.



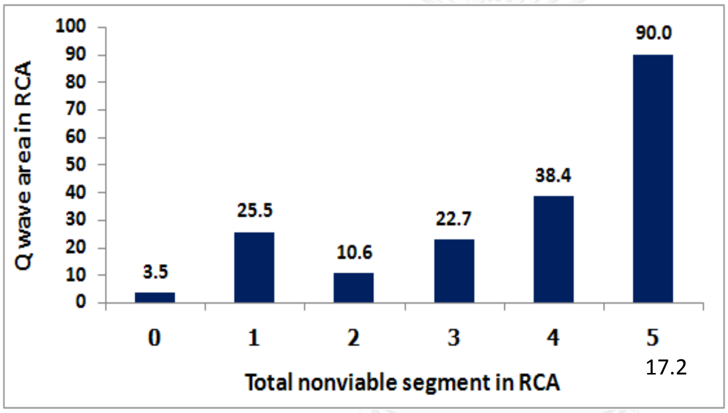
รูปภาพที่ 16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่คิวเวฟและปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจ โดยแบ่งปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจเป็น <5%, 5-10%, 10-15%, 15-20% และมากกว่า 20%

เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและจำนวน segment ของกล้ามเนื้อหัวใจที่ตาย (non-viable segment of myocardium)พบว่า บริเวณกล้าเนื้อหัวใจตาย (non-viable segment) ที่ถูกเลี้ยงด้วยเส้นเลือด LAD และ RCA มีความสัมพันธ์กับพื้นที่ของคิวเวฟ โดยเมื่อพื้นที่ของคิวเวฟเพิ่มขึ้นจะพบปริมาณ segment ของกล้ามเนื้อหัวใจที่ตายเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน ดังแสดงในภาพที่ 17.1 และ 17.2 แต่ความสัมพันธ์น้อยในกล้ามเนื้อหัวใจที่เลี้ยงด้วย LCX ดังแสดงในภาพ 17.3

Chulalongkorn University

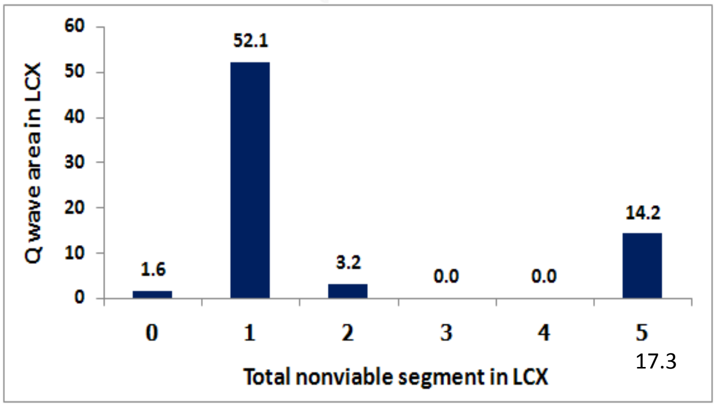


รูปภาพที่ 17.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและจำนวน segment ที่มีการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่ LAD



รูปภาพที่ 17.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและจำนวน segment ที่มีการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่ RCA

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปภาพที่ 17.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและจำนวน segment ที่มีการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่ LCX

บทที่ 5
อภิปรายผล สรุปผลการวิจัย และ ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลงานวิจัยพบว่า พื้นที่ของคิวเวฟสามารถใช้เพื่อคาดการณ์ปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจอย่างมีนัยสถิติ แต่มีความสัมพันธ์ที่ค่อนข้างต่ำ นอกจากนี้พื้นที่ของคิวเวฟยังใช้คาดการณ์การตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือด LAD และ RCA แต่ไม่สามารถนำมาใช้คาดการณ์การตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วย LCX โดยพื้นที่ของคิวเวฟมีความสัมพันธ์กับปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจ ซึ่งเมื่อพื้นที่ของคิวเวฟเพิ่มขึ้นจะมีปริมาณของกล้ามเนื้อหัวใจที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน. นอกจากพื้นที่คิวเวฟแล้ว พบอีกพารามิเตอร์หนึ่งที่นำมาใช้เทียบเท่าได้คือความลึกของคิวเวฟ ซึ่งพบว่าไม่มีความแตกต่างในการแปลผลเมื่อเทียบกับพื้นที่ของคิวเวฟในการหาความสัมพันธ์กับแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจและการตายของกล้ามเนื้อหัวใจตามการหล่อเลี้ยงของเส้นเลือดหัวใจนั้นๆ

5.2 อภิปรายผลวิจัยและเปรียบเทียบกับการศึกษาก่อนหน้าที่เคยศึกษา

ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและการตายของกล้ามเนื้อหัวใจโดยแบ่งตามการหล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือดหัวใจนั่นๆ จากการศึกษาพบว่าพื้นที่ของคิวเวฟสามารถคาดการณ์การตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือด LAD และ RCA ได้ แต่ไม่สามารถคาดการณ์ได้เมื่อเทียบกับการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่ LCX โดยความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่ดีที่สุดอยู่ที่กล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือด LAD โดยใช้จุดตัดพื้นที่ของคิวเวฟอยู่ที่ 74.4 msec.mV แล้วจะได้ค่าความไว (sensitivity) ที่ 72.2%, ความจำเพาะ (specificity) ที่ 79.5% และความแม่นยำ (Accuracy) ที่ 76.6% โดยที่ positive predictive value และ negative predictive value อยู่ที่ 72.7% และ 79.5% ตามลำดับ. ซึ่งได้ผลตรงกับงานวิจัยของ Rovai, D., et al พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างการพบคิวเวฟและปริมาณแผลของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วย LAD เช่นเดียวกัน โดยพบว่าคิวเวฟมีความสัมพันธ์กับปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจดีกว่าความสัมพันธ์กับการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือดนั้นๆ และยังพบอีกว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างการพบคิวเวฟและ

ปริมาณแผลของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วย RCA เช่นกัน แต่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับ LAD และเมื่อคำนวณที่ LCX พบว่ามีความสัมพันธ์น้อยที่สุด[11]. ซึ่งการศึกษาของ Moon JC et al[12] ได้ผลงานวิจัยที่คล้ายคลึงกัน แต่อย่างไรก็ตาม Moon JC et al พบว่า 28% ของผู้เข้าร่วมวิจัยพบคิวเวฟในคลื่นไฟฟ้าหัวใจ แต่ไม่พบการตายของกล้ามเนื้อหัวใจ.

จากงานวิจัยพบว่า การพบคิวเวฟในคลื่นไฟฟ้าหัวใจสามารถคาดการณ์การตายของกล้ามเนื้อหัวใจอย่างน้อยหนึ่ง segment ได้ดีที่สุดที่ LAD โดยมีค่าความไว (sensitivity)ที่ 83.3%, ความจำเพาะ (specificity)ที่ 94.4% และความแม่นยำ (Accuracy)ที่ 92.8% โดยที่ positive predictive value และ negative predictive value อยู่ที่ 71.4% และ 97.1% ตามลำดับ. ซึ่งอาจเป็นผลจากการใช้คลื่นสะท้อนสนามแม่เหล็กชนิด 3.0 Tesla ทำให้ได้ภาพการสแกนหัวใจที่ชัดเจนขึ้น อย่างไรก็ตามมีหลายปัจจัยที่อาจทำให้การแปลผลของคลื่นไฟฟ้าหัวใจผิดไปและได้ค่าพื้นที่ของคิวเวฟที่แตกต่างกัน โดยอาจเกิดจากความหนาของชั้นผิวหนังและไขมัน ยกตัวอย่างเช่นในคนที่รูปร่างอ้วนจะทำให้เวฟในคลื่นไฟฟ้าหัวใจมีขนาดเล็กกว่าปกติ ทำให้มีผลต่อความลึกของคิวเวฟ ซึ่งจะส่งผลต่อการคำนวณพื้นที่ของคิวเวฟที่ได้ต่ำกว่าความเป็นจริง นอกจากนี้ความแตกต่างของกเส้นเลือดที่เลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจก็เป็นอุปสรรคในการแปลผล ยกตัวอย่างเช่นผู้เข้าร่วมวิจัยมีเส้นเลือดหัวใจ LAD เส้นใหญ่ที่เลี้ยงกล้ามเนื้อในส่วนของ RCA ด้วย ก็จะทำให้การแปลผลคลาดเคลื่อนได้

นอกจากนี้แล้ว จากการวิจัยพบว่า เมื่อหาจุดตัดที่ดีที่สุดของพื้นที่ของคิวเวฟที่หล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือดหัวใจ RCA แล้วพบว่า ใช้จุดตัดที่ 66.28 msec.mV โดยมีค่าความไว (sensitivity) ที่ 40.0%, ความจำเพาะ (specificity) ที่ 95.5% และความแม่นยำ (Accuracy) ที่ 88.3% โดยที่ positive predictive value และ negative predictive value อยู่ที่ 57.1% และ 91.4% ตามลำดับนั้น จะเห็นได้ว่าค่าความไวที่ค่อยข้างต่ำ เมื่อนำมาวิเคราะห์เพิ่มเติมแล้วพบว่า ในคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่แสดงผลการหล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือด RCA นั้น จำเป็นจะต้องมีคิวเวฟครบทั้ง 3 lead (II, III, aVF) ถึงสามารถบ่งบอกการมีแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจรวมถึงการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือด RCA ได้ ดังแสดงในรูปภาพที่ 20 (ภาคผนวก) จึงทำให้ความไวของพื้นที่คิวเวฟที่หล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือด RCA ลดลง.

ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจ จากการศึกษาพบว่าพื้นที่ของคิวเวฟมีความสัมพันธ์กับปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจโดยเฉพาะเมื่อหาความสัมพันธ์กับปริมาณแผลเป็นของกล้ามเนื้อหัวใจที่มากกว่าร้อยละ 10 โดยพบว่า เมื่อใช้ค่าพื้นที่คิวเวฟที่ 24.8 msec.mV จะพบค่าความไว (sensitivity) ที่ 87.0%, ความจำเพาะ (specificity) ที่ 43.5% และความแม่นยำ (Accuracy) ที่ 74.0% โดยที่ positive predictive value และ negative predictive value อยู่ที่ 78.3% และ 58.8% ตามลำดับ. ซึ่งสอดคล้องกับ Weinsaft, J. W, et al, ได้ทำการศึกษาเรื่องพื้นที่ของคิวเวฟเปรียบเทียบกับ Salvester score ในการคาดการณ์ปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจ โดยเมื่อใช้พื้นที่ของคิวเวฟที่ 4.35 msec.mV คาดการณ์ปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจที่มากกว่าร้อยละ 10 พบว่าค่าความไว (sensitivity) ที่ 96.0%, ความจำเพาะ (specificity)ที่ 45.0% และความแม่นยำ (Accuracy) ที่ 73.0% โดยที่ positive predictive value และ negative predictive value อยู่ที่ 69.0% และ 89.0% ตามลำดับ[18, 19]. ซึ่งงานวิจัยของเราใช้การวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบดิจิทัล มีความแม่นยำในการวัดสูง ทำให้ได้ค่าพื้นที่ของคิวเวฟที่มากกว่าและชัดเจนกว่า นอกจากนี้ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและปริมาณแผลเป็นของกล้ามเนื้อหัวใจมีความสัมพันธ์กันอย่างชัดเจน เมื่อพื้นที่ของคิวเวฟเพิ่มมากขึ้น ปริมาณของแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจก็เพิ่มตามด้วยเช่นกัน ซึ่งก็สอดคล้องกับการศึกษาของ Weinsaft, J. W, et al. อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและปริมาณแผลเป็นของกล้ามเนื้อหัวใจโดยใช้ Person’s correlation พบว่ามีความสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำ อาจเป็นผลจากความแตกต่างของความหนาที่ผิวหนังและชัดไขมันของแต่ละคนไม่เท่ากัน ทำให้มีความแตกต่างของพื้นที่ของคิวเวฟค่อนข้างมาก ซึ่งการศึกษาของ Weinsaft, J. W, et al ได้ผลความสัมพันธ์ที่ต่ำเช่นกัน[18, 19].

พื้นที่ของคิวเวฟและความลึกของคิวเวฟ เมื่อนำความลึกของคิวเวฟมาหาความสัมพันธ์กับการตายของกล้ามเนื้อหัวใจตามการหล่อเลี้ยงของเส้นเลือดนั่นๆแล้วพบว่า สามารถใช้คาดการณ์การตายของกล้ามเนื้อหัวใจและมีนัยสำคัญทางสถิติที่ LAD และ RCA คล้ายคลึงกับพื้นที่ของคิวเวฟ โดยเมื่อเทียบกับพื้นที่ของคิวเวฟพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ นอกจากนี้เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของคิวเวฟและปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อ

หัวใจพบว่า มีความสัมพันธ์คล้ายคลึงกับพื้นที่ของคิวเวฟ ซึ่งบ่งบอกว่าสามารถใช้ความลึกของคิวเวฟแทนพื้นที่ของคิวเวฟ และได้ผลที่ไม่แตกต่างกัน ซึ่งตรงกับ Weinsaft, J. W., et al[18, 19] เคยศึกษาไว้ว่าความลึกของคิวเวฟมีความสัมพันธ์กับขนาดการตายของกล้ามเนื้อหัวใจโดยที่ความกว้างของคิวเวฟไม่สามารถสร้างความสัมพันธ์ได้ อาจเกิดจากพื้นที่ของคิวเวฟขึ้นกับความลึกของคิวเวฟเป็นหลัก.

5.3 ข้อดีของการศึกษานี้

สามารถใช้พื้นที่ของคิวเวฟหรือความลึกของคิวเวฟเป็นเครื่องมือพื้นฐานในการช่วยคาดการณ์การตายของกล้ามเนื้อหัวใจตามการหล่อเลี้ยงของเส้นเลือดได้ เพื่อลดการทำหัตถการโดยเฉพาะการทำบอลลูนขยายเส้นเลือดหัวใจที่ไม่เหมาะสม และยังเป็นเครื่องช่วยคัดกรองในพื้นที่ที่ไม่สามารถตรวจหัวใจด้วยเครื่องสะท้อนในสนามแม่เหล็กอีกด้วย ทำให้ลดต้นทุนทั้งการเดินทาง ลดต้นทุนการทำภาพสะท้อนหัวใจในสนามแม่เหล็ก นอกจากนี้ยังเป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของคิวเวฟเมื่อใช้คลื่นสะท้อนหัวใจในสนามแม่เหล็กที่ 3.0 เทสลา ซึ่งยังไม่มีใครทำงานวิจัยเช่นนี้มาก่อน

5.4 ข้อด้อยของการศึกษานี้

เนื่องจากเป็นการศึกษาเชิงพรรณนา ทำให้การเก็บข้อมูลบางอย่างได้ไม่ดีมากนัก เช่นคลื่นไฟฟ้าหัวใจมีคลื่นรบกวน การแปลผลไฟฟ้าหัวใจที่ไม่ชัดเจน ผู้ป่วยขยับขณะทำเครื่องไฟฟ้าหัวใจ คลื่นไฟฟ้าหัวใจไม่ได้ถูกส่งเข้าระบบคอมพิวเตอร์ตามปกติ และยังไม่สามารถควบคุมปัจจัยบางอย่างที่อาจทำให้แปลผลผิดพลาดได้ เช่น ในผู้ป่วยที่มีความหนาของผิวหนังและชั้นไขมันที่หน้าอกมาก ทำให้คลื่นไฟฟ้าหัวใจมีความสูงลดลงหรือในกลุ่มที่มีเส้นเลือดหัวใจที่เลี้ยงผิดปกติไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ ทำให้แปลผลผิดพลาดได้

5.5 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากเวลาในการเก็บข้อมูลค่อนข้างน้อย ถึงแม้จะได้จำนวนผู้เข้าร่วมวิจัยที่มากพอ แต่ถ้าได้จำนวนผู้ป่วยที่มากขึ้นก็จะทำให้การแปลผลชัดเจนขึ้นเช่นกัน รวมทั้งอาจจะหาพารามิเตอร์ของคิวเวฟอื่นๆเพิ่มเช่น ระยะเวลาของคลื่นคิวอาร์และเอส การมีคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่สะดุด มาเป็นพารามิเตอร์เสริมเพื่อให้ได้ค่าความไวและความจำเพาะที่ดีขึ้น นอกจากนี้จะทำการเทียบระหว่าง

คลื่นไฟฟ้าหัวใจชนิดกระดาษและชนิดดิจิทัล ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ เพราะในถิ่นที่ขาดแคลนมักจะมีแค่คลื่นไฟฟ้าหัวใจชนิดกระดาษเท่านั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

1. Longo, D.L., et al., *Harrison's principle of internal medicine*, in *Electrocardiography*. McGraw-Hill. p. 1831-1839.
2. Wagner, G.S. and D.G. Strauss, *Marriott's practical electrocardiography*, in *Myocardial ischemia and infarction*. LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS: Philadelphia. p. 183-194.
3. Thaler, M.S., *The only EKG you will ever need*, in *Myocardial ischemia and infarction*. LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS: United States. p. 208-249.
4. Mirvis, D.M. and D.L. Mann, *BRAUNWALD'S HEART DISEASE*, in *Electrocardiography*. Elsevier Inc: Philadelphia. p. 114-153.
5. บุณยศิรินันท์, ธ., การตรวจเอ็ม.อาร์.ไอ.หัวใจ, in การตรวจเอ็ม.อาร์.ไอ.ในโรคหลอดเลือดแดงหัวใจตีบ. ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์: ประเทศไทย. p. 181-246.
6. Kim, R.J., et al., *The use of contrast-enhanced magnetic resonance imaging to identify reversible myocardial dysfunction.* N Engl J Med, 2000. **343**(20): p. 1445-53.
7. Kim, R.J., et al., *Relationship of MRI delayed contrast enhancement to irreversible injury, infarct age, and contractile function.* Circulation, 1999. **100**(19): p. 1992-2002.
8. Mahrholdt, H., I. Klem, and U. Sechtem, *Cardiovascular MRI for detection of myocardial viability and ischaemia.* Heart, 2007. **93**(1): p. 122-9.
9. Buckley, O. and M. Di Carli, *Predicting benefit from revascularization in patients with ischemic heart failure: imaging of myocardial ischemia and viability.* Circulation, 2011. **123**(4): p. 444-50.
10. Wu, E., et al., *Visualisation of presence, location, and transmural extent of healed Q-wave and non-Q-wave myocardial infarction.* The Lancet, 2001. **357**(9249): p. 21-28.
11. Rovai, D., et al., *Q-wave prediction of myocardial infarct location, size and transmural extent at magnetic resonance imaging.* Coron Artery Dis, 2007. **18**(5): p. 381-9.

12. Moon, J.C., et al., *The pathologic basis of Q-wave and non-Q-wave myocardial infarction: a cardiovascular magnetic resonance study.* J Am Coll Cardiol, 2004. **44**(3): p. 554-60.

13. S. Bordes, et al., *Usefulness of the presence of Qwaves on the electrocardiogram for the asse ssment of myocardial viability. Comparative study with cardiac magnetic resonance.* European Heart Journal, 2011. **32**: p. 370.

14. Nadour, W., et al., *Does the presence of Q waves on the EKG accurately predict prior myocardial infarction when compared to cardiac magnetic resonance using late gadolinium enhancement? A cross-population study of noninfarct vs infarct patients.* Heart Rhythm, 2014. **11**(11): p. 2018-26.

15. Huber, A., et al., *Phase-sensitive inversion recovery (PSIR) single-shot TrueFISP for assessment of myocardial infarction at 3 tesla.* Invest Radiol, 2006. **41**(2): p. 148-53.

16. Simonetti, O.P. *Cardiac Imaging: 1.5T vs. 3.0T - Where's the Benefit?*

17. Thygesen, K., et al., *Third Universal Definition of Myocardial Infarction*. 2012.

18. Weinsaft, J.W., et al., *Q wave area for stratification of global left ventricular infarct size: comparison to conventional ECG assessment using Selvester QRS-score.* Coron Artery Dis, 2014. **25**(2): p. 138-44.

19. Kochav, J.D., et al., *Usefulness of Q-wave area for threshold-based stratification of global left ventricular myocardial infarct size.* Am J Cardiol, 2013. **112**(2): p. 174-80.

20. Cerqueira, M.D., et al., *Standardized myocardial segmentation and nomenclature for tomographic imaging of the heart. A statement for healthcare professionals from the Cardiac Imaging Committee of the Council on Clinical Cardiology of the American Heart Association.* Int J Cardiovasc Imaging, 2002. **18**(1): p. 539-42.

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

ตารางที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและปริมาณของแผลเป็นที่มากกว่า 10% โดยใช้ค่าพื้นที่คิวเวฟที่จุดต่างๆเพื่อแสดงความไว, ความจำเพาะ และความแม่นยำของเครื่องมือ

Cut off	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	Accuracy
3.00	100.0%	4.3%	71.1%	100.0%	71.4%
6.50	98.1%	4.3%	70.7%	50.0%	70.1%
7.75	96.3%	4.3%	70.3%	33.3%	68.8%
9.63	96.3%	8.7%	71.2%	50.0%	70.1%
11.03	94.4%	8.7%	70.8%	40.0%	68.8%
11.90	94.4%	13.0%	71.8%	50.0%	70.1%
13.95	94.4%	17.4%	72.9%	57.1%	71.4%
16.05	92.6%	21.7%	73.5%	55.6%	71.4%
17.35	90.7%	21.7%	73.1%	50.0%	70.1%
18.65	90.7%	26.1%	74.2%	54.5%	71.4%
19.85	88.9%	26.1%	73.8%	50.0%	70.1%
20.43	88.9%	30.4%	75.0%	53.8%	71.4%
21.48	88.9%	34.8%	76.2%	57.1%	72.7%
22.65	87.0%	34.8%	75.8%	53.3%	71.4%
23.30	87.0%	39.1%	77.0%	56.3%	72.7%
24.80	87.0%	43.5%	78.3%	58.8%	74.0%
26.35	85.2%	43.5%	78.0%	55.6%	72.7%
28.40	83.3%	43.5%	77.6%	52.6%	71.4%
34.25	81.5%	43.5%	77.2%	50.0%	70.1%
39.30	81.5%	47.8%	78.6%	52.4%	71.4%
40.85	81.5%	52.2%	80.0%	54.5%	72.7%
41.85	79.6%	52.2%	79.6%	52.2%	71.4%
43.05	79.6%	56.5%	81.1%	54.2%	72.7%
44.93	77.8%	56.5%	80.8%	52.0%	71.4%
46.05	77.8%	60.9%	82.4%	53.8%	72.7%
50.63	75.9%	60.9%	82.0%	51.9%	71.4%
56.85	74.1%	60.9%	81.6%	50.0%	70.1%
59.65	72.2%	60.9%	81.3%	48.3%	68.8%
61.65	72.2%	65.2%	83.0%	50.0%	70.1%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Cut off	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	Accuracy
65.25	72.2%	69.6%	84.8%	51.6%	71.4%
68.13	70.4%	69.6%	84.4%	50.0%	70.1%
68.78	68.5%	69.6%	84.1%	48.5%	68.8%
69.50	66.7%	69.6%	83.7%	47.1%	67.5%
70.28	66.7%	73.9%	85.7%	48.6%	68.8%
70.88	66.7%	78.3%	87.8%	50.0%	70.1%
71.33	64.8%	78.3%	87.5%	48.6%	68.8%
72.48	63.0%	78.3%	87.2%	47.4%	67.5%
75.58	63.0%	82.6%	89.5%	48.7%	68.8%
78.28	61.1%	82.6%	89.2%	47.5%	67.5%
84.50	59.3%	82.6%	88.9%	46.3%	66.2%
90.35	57.4%	82.6%	88.6%	45.2%	64.9%
92.80	55.6%	82.6%	88.2%	44.2%	63.6%
96.98	55.6%	87.0%	90.9%	45.5%	64.9%
101.90	53.7%	87.0%	90.6%	44.4%	63.6%
107.48	51.9%	87.0%	90.3%	43.5%	62.3%
110.40	51.9%	91.3%	93.3%	44.7%	63.6%
110.78	50.0%	91.3%	93.1%	43.8%	62.3%
111.13	48.1%	91.3%	92.9%	42.9%	61.0%
117.00	46.3%	91.3%	92.6%	42.0%	59.7%
127.88	44.4%	91.3%	92.3%	41.2%	58.4%
137.78	42.6%	91.3%	92.0%	40.4%	57.1%
143.00	40.7%	91.3%	91.7%	39.6%	55.8%
150.70	38.9%	91.3%	91.3%	38.9%	54.5%
164.40	37.0%	91.3%	90.9%	38.2%	53.2%
173.38	35.2%	91.3%	90.5%	37.5%	51.9%
177.90	33.3%	91.3%	90.0%	36.8%	50.6%
180.75	33.3%	95.7%	94.7%	37.9%	51.9%
195.92	31.5%	95.7%	94.4%	37.3%	50.6%
228.43	29.6%	95.7%	94.1%	36.7%	49.4%
247.03	27.8%	95.7%	93.8%	36.1%	48.1%
249.20	25.9%	95.7%	93.3%	35.5%	46.8%
259.50	25.9%	100.0%	100.0%	36.5%	48.1%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Cut off	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	Accuracy
270.60	24.1%	100.0%	100.0%	35.9%	46.8%
273.93	22.2%	100.0%	100.0%	35.4%	45.5%
295.70	20.4%	100.0%	100.0%	34.8%	44.2%

ตารางที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วย LAD โดยใช้ค่าพื้นที่คิวเวฟที่จุดต่างๆเพื่อแสดงความไว, ความจำเพาะ และความแม่นยำของเครื่องมือ

Cut off	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	Accuracy
11.25	90.9%	72.7%	71.4%	91.4%	80.5%
33.63	87.9%	72.7%	70.7%	88.9%	79.2%
45.38	84.8%	72.7%	70.0%	86.5%	77.9%
46.18	81.8%	72.7%	69.2%	84.2%	76.6%
52.95	78.8%	72.7%	68.4%	82.1%	75.3%
61.18	75.8%	72.7%	67.6%	80.0%	74.0%
65.90	75.8%	75.0%	69.4%	80.5%	75.3%
69.78	72.7%	75.0%	68.6%	78.6%	74.0%
72.03	72.7%	77.3%	70.6%	79.1%	75.3%
74.40	72.7%	79.5%	72.7%	79.5%	76.6%
77.10	69.7%	79.5%	71.9%	77.8%	75.3%
84.50	66.7%	79.5%	71.0%	76.1%	74.0%
92.55	63.6%	79.5%	70.0%	74.5%	72.7%
96.03	63.6%	81.8%	72.4%	75.0%	74.0%
100.95	63.6%	84.1%	75.0%	75.5%	75.3%
107.48	60.6%	84.1%	74.1%	74.0%	74.0%
110.25	60.6%	86.4%	76.9%	74.5%	75.3%
115.98	57.6%	86.4%	76.0%	73.1%	74.0%
127.35	54.5%	86.4%	75.0%	71.7%	72.7%
137.78	51.5%	86.4%	73.9%	70.4%	71.4%
150.10	48.5%	86.4%	72.7%	69.1%	70.1%
164.40	45.5%	86.4%	71.4%	67.9%	68.8%
175.53	42.4%	86.4%	70.0%	66.7%	67.5%
180.75	42.4%	88.6%	73.7%	67.2%	68.8%
195.92	39.4%	88.6%	72.2%	66.1%	67.5%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Cut off	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	Accuracy
228.43	36.4%	88.6%	70.6%	65.0%	66.2%
247.03	33.3%	88.6%	68.8%	63.9%	64.9%
249.20	30.3%	88.6%	66.7%	62.9%	63.6%
254.25	30.3%	90.9%	71.4%	63.5%	64.9%
262.70	30.3%	93.2%	76.9%	64.1%	66.2%
270.35	30.3%	95.5%	83.3%	64.6%	67.5%
273.93	27.3%	95.5%	81.8%	63.6%	66.2%
275.20	24.2%	95.5%	80.0%	62.7%	64.9%
296.18	21.2%	95.5%	77.8%	61.8%	63.6%
323.00	18.2%	95.5%	75.0%	60.9%	62.3%
331.55	15.2%	95.5%	71.4%	60.0%	61.0%
334.45	12.1%	95.5%	66.7%	59.2%	59.7%
361.50	12.1%	97.7%	80.0%	59.7%	61.0%
432.70	12.1%	100.0%	100.0%	60.3%	62.3%

ตารางที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วย LCX โดยใช้ค่าพื้นที่คิวเวฟที่จุดต่างๆเพื่อแสดงความไว, ความจำเพาะ และความแม่นยำของเครื่องมือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Cut off	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	Accuracy
0.95	50.0%	75.4%	19.0%	92.9%	72.7%
3.50	37.5%	75.4%	15.0%	91.2%	71.4%
5.55	37.5%	76.8%	15.8%	91.4%	72.7%
7.93	25.0%	76.8%	11.1%	89.8%	71.4%
10.18	25.0%	78.3%	11.8%	90.0%	72.7%
11.20	25.0%	79.7%	12.5%	90.2%	74.0%
14.95	25.0%	81.2%	13.3%	90.3%	75.3%
20.03	25.0%	82.6%	14.3%	90.5%	76.6%
24.33	25.0%	84.1%	15.4%	90.6%	77.9%
26.75	25.0%	85.5%	16.7%	90.8%	79.2%
29.91	25.0%	87.0%	18.2%	90.9%	80.5%
33.46	25.0%	88.4%	20.0%	91.0%	81.8%

Cut off	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	Accuracy
34.70	25.0%	89.9%	22.2%	91.2%	83.1%
38.20	12.5%	89.9%	12.5%	89.9%	81.8%
43.25	12.5%	91.3%	14.3%	90.0%	83.1%
51.53	12.5%	92.8%	16.7%	90.1%	84.4%
57.58	12.5%	94.2%	20.0%	90.3%	85.7%
58.20	12.5%	95.7%	25.0%	90.4%	87.0%
64.73	12.5%	97.1%	33.3%	90.5%	88.3%
73.73	0.0%	97.1%	0.0%	89.3%	87.0%
176.73	0.0%	98.6%	0.0%	89.5%	88.3%

ตารางที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วย LAD โดยใช้ค่าพื้นที่คิวเวฟที่จุดต่างๆเพื่อแสดงความไว, ความจำเพาะ และความแม่นยำของเครื่องมือ

Cut off	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	Accuracy
3.43	80.0%	56.7%	21.6%	95.0%	59.7%
6.93	80.0%	58.2%	22.2%	95.1%	61.0%
7.75	80.0%	59.7%	22.9%	95.2%	62.3%
9.30	80.0%	61.2%	23.5%	95.3%	63.6%
10.43	80.0%	62.7%	24.2%	95.5%	64.9%
11.03	80.0%	64.2%	25.0%	95.6%	66.2%
11.90	80.0%	65.7%	25.8%	95.7%	67.5%
13.95	80.0%	67.2%	26.7%	95.7%	68.8%
16.70	70.0%	68.7%	25.0%	93.9%	68.8%
18.65	70.0%	70.1%	25.9%	94.0%	70.1%
19.58	60.0%	70.1%	23.1%	92.2%	68.8%
20.13	50.0%	70.1%	20.0%	90.4%	67.5%
20.43	50.0%	71.6%	20.8%	90.6%	68.8%
21.63	50.0%	73.1%	21.7%	90.7%	70.1%
23.30	50.0%	74.6%	22.7%	90.9%	71.4%
24.80	50.0%	76.1%	23.8%	91.1%	72.7%
27.85	50.0%	77.6%	25.0%	91.2%	74.0%
33.25	50.0%	79.1%	26.3%	91.4%	75.3%
37.60	40.0%	79.1%	22.2%	89.8%	74.0%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Cut off	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	Accuracy
39.30	40.0%	80.6%	23.5%	90.0%	75.3%
40.10	40.0%	82.1%	25.0%	90.2%	76.6%
41.10	40.0%	83.6%	26.7%	90.3%	77.9%
43.05	40.0%	85.1%	28.6%	90.5%	79.2%
44.93	40.0%	86.6%	30.8%	90.6%	80.5%
47.88	40.0%	88.1%	33.3%	90.8%	81.8%
51.50	40.0%	89.6%	36.4%	90.9%	83.1%
53.95	40.0%	91.0%	40.0%	91.0%	84.4%
57.70	40.0%	92.5%	44.4%	91.2%	85.7%
62.25	40.0%	94.0%	50.0%	91.3%	87.0%
66.28	40.0%	95.5%	57.1%	91.4%	88.3%
69.28	30.0%	95.5%	50.0%	90.1%	87.0%
70.60	30.0%	97.0%	60.0%	90.3%	88.3%
74.00	30.0%	98.5%	75.0%	90.4%	89.6%
83.70	20.0%	98.5%	66.7%	89.2%	88.3%
101.00	10.0%	98.5%	50.0%	88.0%	87.0%
147.68	0.0%	98.5%	0.0%	86.8%	85.7%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

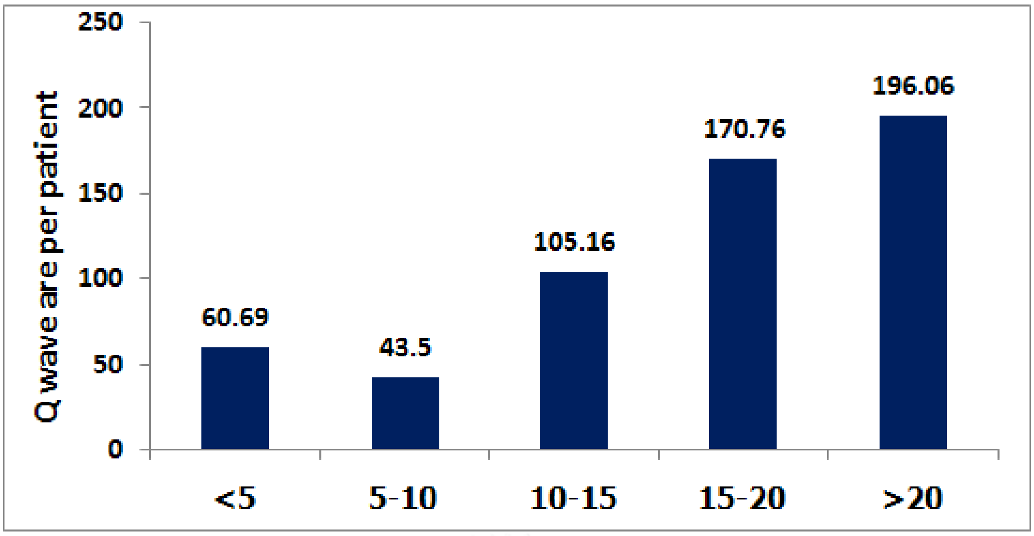
ตารางที่ 10 สรุปค่าพื้นที่คิวเวฟที่ดีที่สุดในการหาความสัมพันธ์กับการตายของกล้ามเนื้อหัวใจตามการหล่อเลี้ยงของเส้นเลือดนั้นๆ

	Cut off QWA	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	Accuracy
Per patient	110.40	75.0%	65.2%	20.0%	95.7%	66.2%
Per vessel						
LAD	74.40	72.7%	79.5%	72.7%	79.5%	76.6%
LCX	34.70	25.0%	89.9%	22.2%	91.2%	83.1%
RCA	66.28	40.0%	95.5%	57.1%	91.4%	88.3%

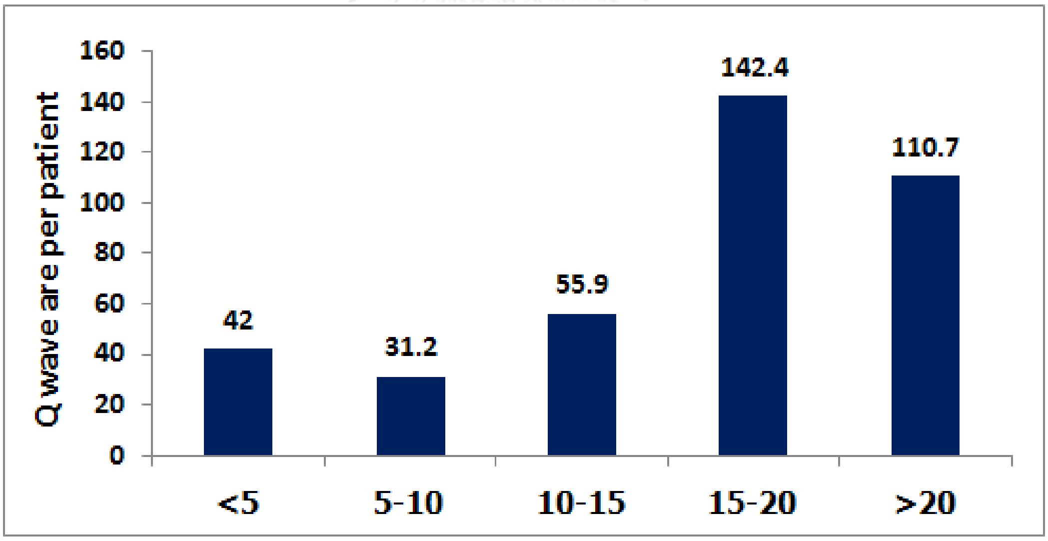
ตารางที่ 11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟและปริมาณแผลเป็นในหัวใจ โดยแบ่งปริมาณแผลเป็นที่ <5%, 5-10%, 10-15%, 15-20% และ >20%

% total scar size	Q wave area per patient	
	Mean ± SD	Median (IQR)
<5	60.69 ± 66.45	42 (15.4, 70.55)
5-10	43.5 ± 30.05	31.2 (22.8, 62.8)
10-15	105.16 ± 117.42	55.9 (29.9, 157.8)
15-20	170.76 ± 114.69	142.4 (90.6, 246.45)
>20	196.06 ± 207.74	110.7 (54.9, 274.85)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

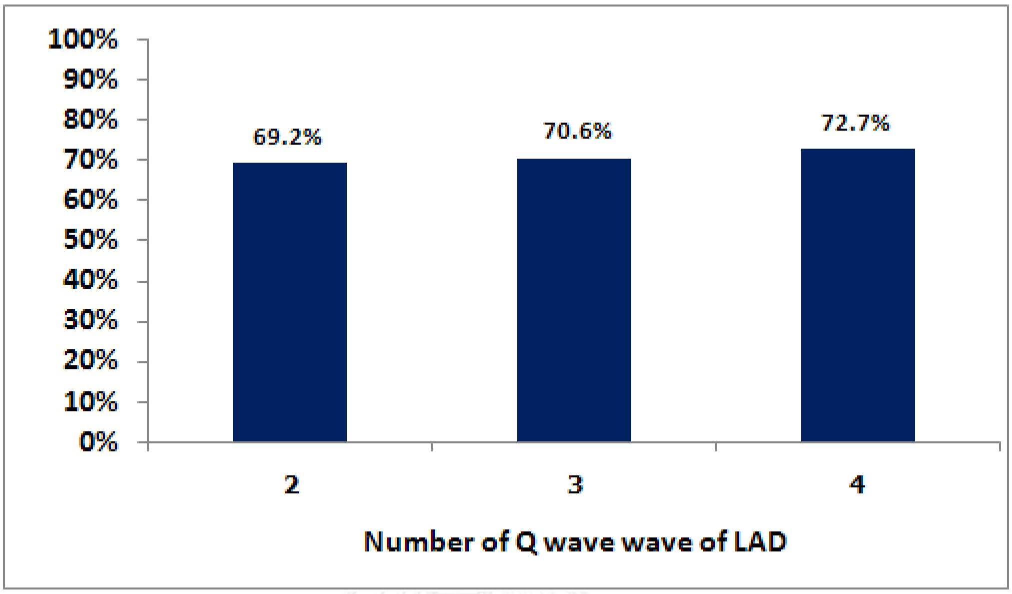


Scar volume (%)

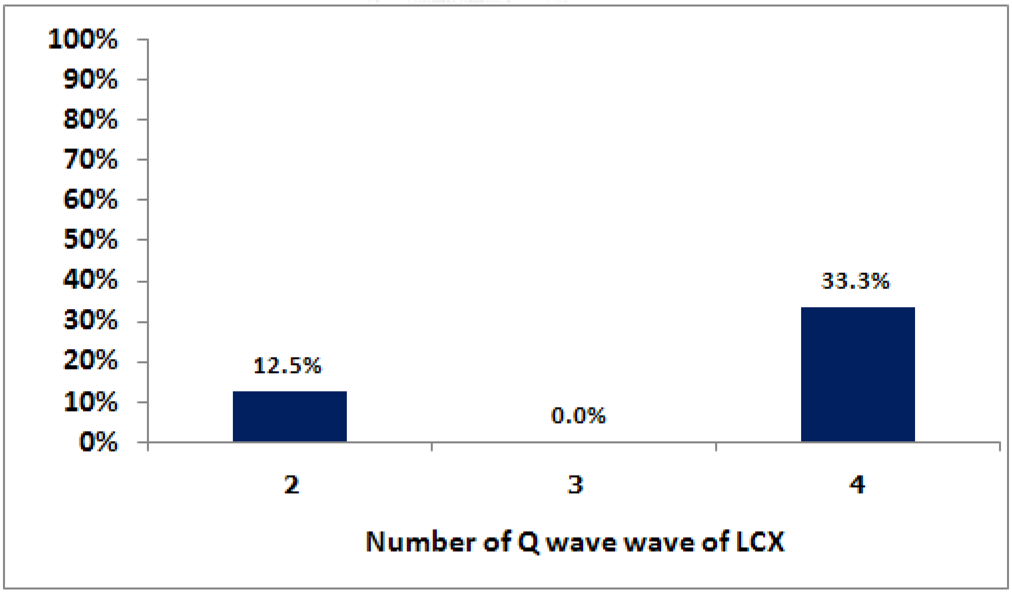


Scar volume (%)

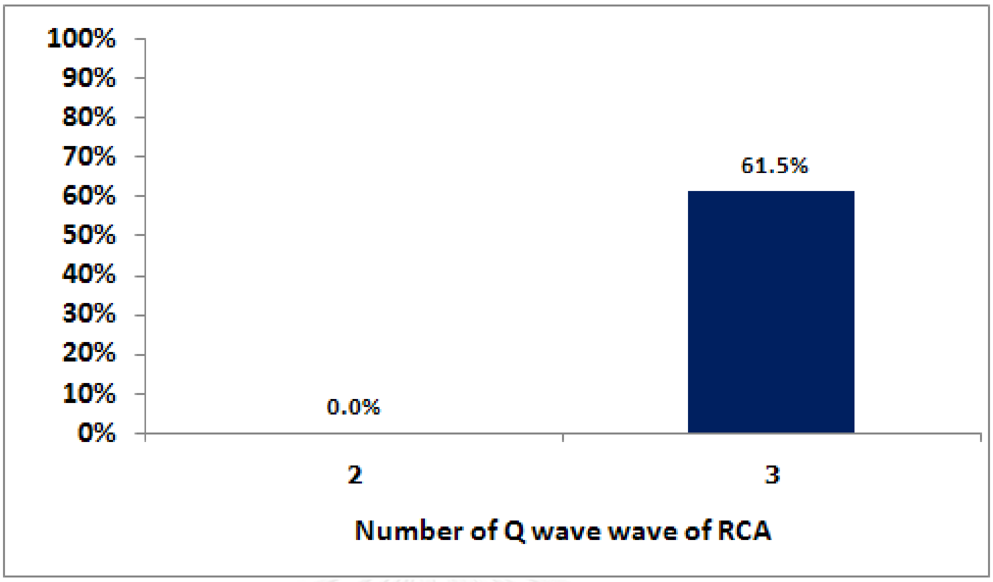
รูปภาพที่ 18 กราฟแท่งแสดงจำนวนคิวเวฟในคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วย LAD และการตายของกล้ามเนื้อหัวใจตามการหล่อเลี้ยงของเส้นเลือด LAD



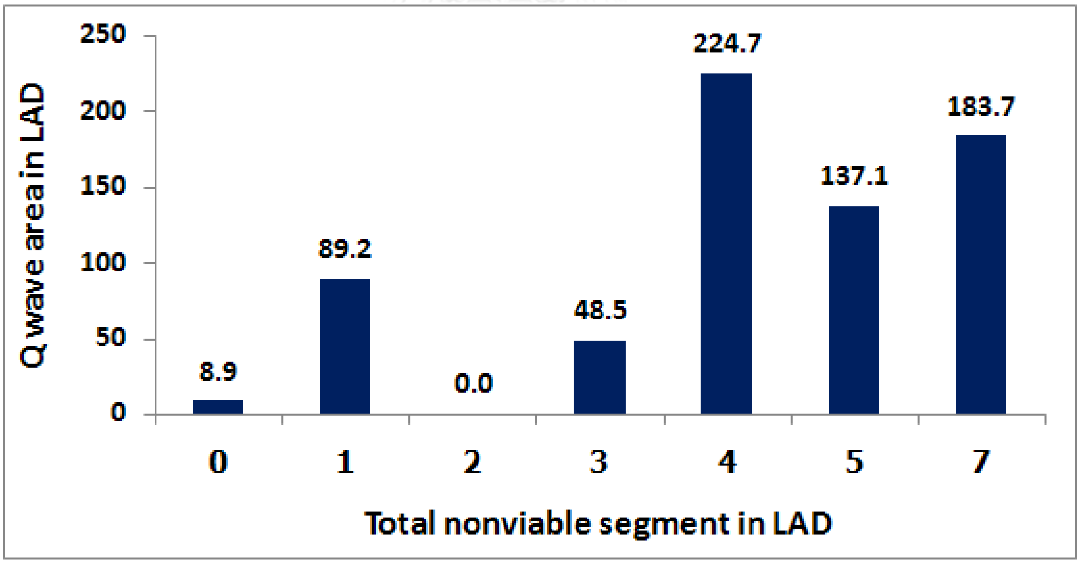
รูปภาพที่ 19 กราฟแท่งแสดงจำนวนคิวเวฟในคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วย LCX และการตายของกล้ามเนื้อหัวใจตามการหล่อเลี้ยงของเส้นเลือด LCX



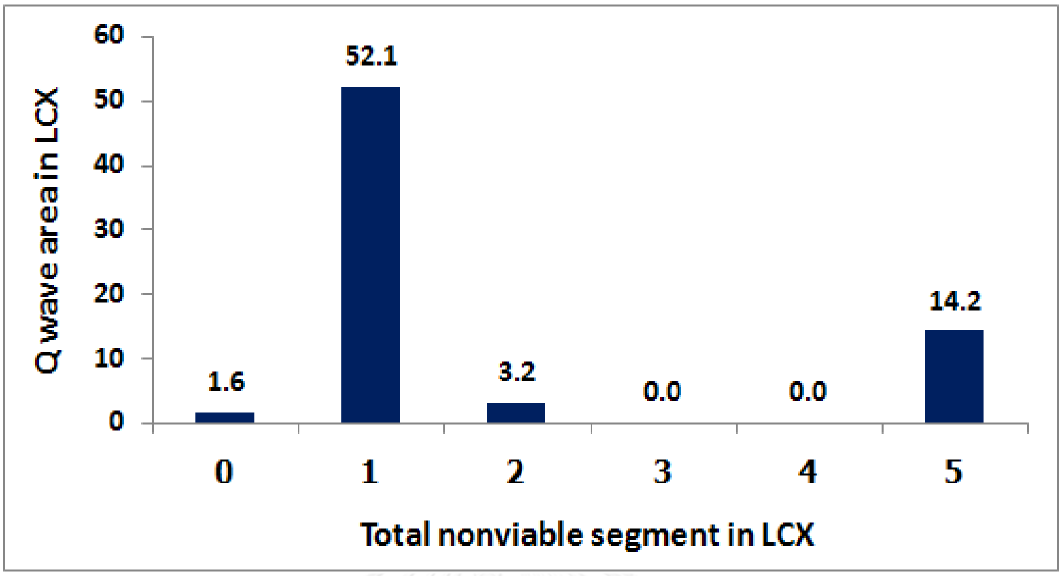
รูปภาพที่ 20 กราฟแท่งแสดงจำนวนคิวเวฟในคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วย RCA และการตายของกล้ามเนื้อหัวใจตามการหล่อเลี้ยงของเส้นเลือด RCA



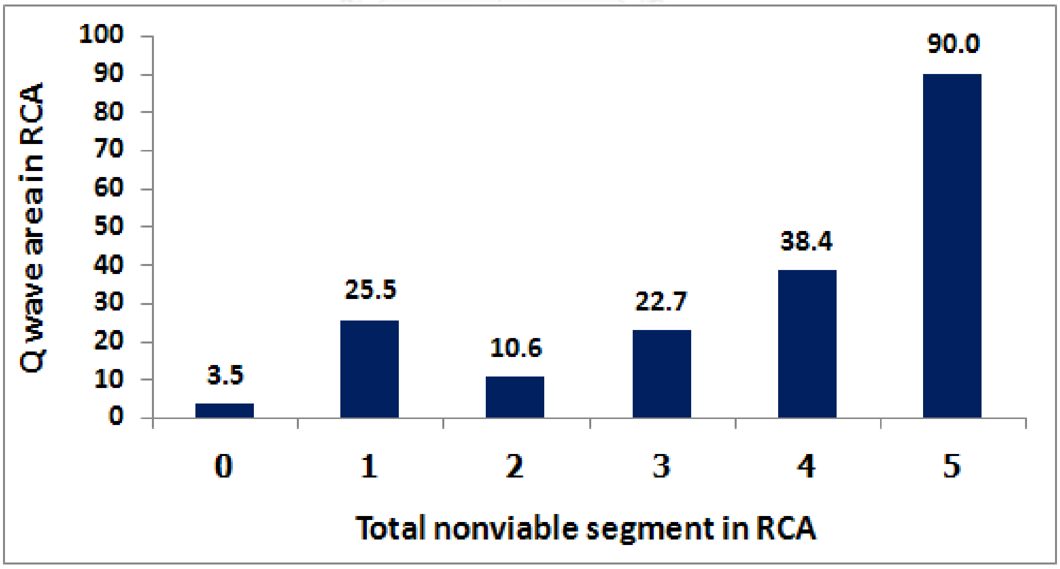
รูปภาพที่ 21 กราฟแท่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟใน LAD และจำนวนsegmentที่ตายของการหล่อเลี้ยงด้วย LAD



รูปภาพที่ 22 กราฟแท่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟใน LCX และจำนวนsegmentที่ตายของการหล่อเลี้ยงด้วย LCX



รูปภาพที่ 23 กราฟแท่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของคิวเวฟใน RCA และจำนวนsegmentที่ตายของการหล่อเลี้ยงด้วย RCA



ตารางที่ 12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของคิวเวฟและปริมาณของแผลเป็นที่มากกว่า 10% โดยใช้ค่าพื้นที่คิวเวฟที่จุดต่างๆ เพื่อแสดงความไว, ความจำเพาะ และความแม่นยำของเครื่องมือ

Cut off	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	Accuracy
0.20	100.0%	4.3%	71.1%	100.0%	71.4%
0.45	96.3%	4.3%	70.3%	33.3%	68.8%
0.55	94.4%	13.0%	71.8%	50.0%	70.1%
0.70	92.6%	21.7%	73.5%	55.6%	71.4%
0.85	88.9%	21.7%	72.7%	45.5%	68.8%
0.95	87.0%	26.1%	73.4%	46.2%	68.8%
1.01	87.0%	34.8%	75.8%	53.3%	71.4%
1.11	87.0%	39.1%	77.0%	56.3%	72.7%
1.30	87.0%	43.5%	78.3%	58.8%	74.0%
1.44	85.2%	43.5%	78.0%	55.6%	72.7%
1.49	83.3%	43.5%	77.6%	52.6%	71.4%
1.55	79.6%	47.8%	78.2%	50.0%	70.1%
1.70	77.8%	47.8%	77.8%	47.8%	68.8%
1.85	75.9%	47.8%	77.4%	45.8%	67.5%
1.95	74.1%	52.2%	78.4%	46.2%	67.5%
2.05	72.2%	60.9%	81.3%	48.3%	68.8%
2.15	72.2%	65.2%	83.0%	50.0%	70.1%
2.25	68.5%	69.6%	84.1%	48.5%	68.8%
2.35	66.7%	73.9%	85.7%	48.6%	68.8%
2.45	64.8%	73.9%	85.4%	47.2%	67.5%
2.55	63.0%	73.9%	85.0%	45.9%	66.2%
2.65	61.1%	78.3%	86.8%	46.2%	66.2%
2.75	61.1%	82.6%	89.2%	47.5%	67.5%
2.85	57.4%	82.6%	88.6%	45.2%	64.9%
3.00	55.6%	87.0%	90.9%	45.5%	64.9%
3.17	53.7%	87.0%	90.6%	44.4%	63.6%
3.32	51.9%	87.0%	90.3%	43.5%	62.3%
3.50	51.9%	91.3%	93.3%	44.7%	63.6%
3.65	50.0%	91.3%	93.1%	43.8%	62.3%
3.80	48.1%	91.3%	92.9%	42.9%	61.0%
3.95	46.3%	91.3%	92.6%	42.0%	59.7%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Cut off	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	Accuracy
4.15	44.4%	91.3%	92.3%	41.2%	58.4%
4.35	42.6%	91.3%	92.0%	40.4%	57.1%
4.55	40.7%	95.7%	95.7%	40.7%	57.1%
4.95	38.9%	95.7%	95.5%	40.0%	55.8%
5.35	37.0%	95.7%	95.2%	39.3%	54.5%
5.55	33.3%	95.7%	94.7%	37.9%	51.9%
5.70	29.6%	95.7%	94.1%	36.7%	49.4%
5.95	27.8%	95.7%	93.8%	36.1%	48.1%
6.25	27.8%	100.0%	100.0%	37.1%	49.4%

ตารางที่ 13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของคิวเวฟและการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วย LAD โดยใช้ค่าพื้นที่คิวเวฟที่จุดต่างๆเพื่อแสดงความไว, ความจำเพาะ และความแม่นยำของเครื่องมือ

Cut off	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	Accuracy
0.30	90.9%	72.7%	71.4%	91.4%	80.5%
1.05	87.9%	72.7%	70.7%	88.9%	79.2%
1.60	84.8%	72.7%	70.0%	86.5%	77.9%
1.75	81.8%	72.7%	69.2%	84.2%	76.6%
1.90	78.8%	72.7%	68.4%	82.1%	75.3%
2.05	72.7%	72.7%	66.7%	78.0%	72.7%
2.15	69.7%	72.7%	65.7%	76.2%	71.4%
2.25	69.7%	75.0%	67.6%	76.7%	72.7%
2.40	66.7%	75.0%	66.7%	75.0%	71.4%
2.55	63.6%	75.0%	65.6%	73.3%	70.1%
2.65	63.6%	77.3%	67.7%	73.9%	71.4%
2.80	63.6%	81.8%	72.4%	75.0%	74.0%
3.05	63.6%	84.1%	75.0%	75.5%	75.3%
3.30	60.6%	84.1%	74.1%	74.0%	74.0%
3.50	60.6%	86.4%	76.9%	74.5%	75.3%
3.65	57.6%	86.4%	76.0%	73.1%	74.0%
3.80	54.5%	86.4%	75.0%	71.7%	72.7%
4.15	51.5%	86.4%	73.9%	70.4%	71.4%
4.75	48.5%	88.6%	76.2%	69.6%	71.4%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Cut off	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	Accuracy
5.15	45.5%	88.6%	75.0%	68.4%	70.1%
5.35	42.4%	88.6%	73.7%	67.2%	68.8%
5.55	36.4%	88.6%	70.6%	65.0%	66.2%
5.70	33.3%	88.6%	68.8%	63.9%	64.9%
5.95	30.3%	88.6%	66.7%	62.9%	63.6%
6.15	30.3%	90.9%	71.4%	63.5%	64.9%
6.43	30.3%	93.2%	76.9%	64.1%	66.2%
6.78	27.3%	93.2%	75.0%	63.1%	64.9%
7.00	24.2%	93.2%	72.7%	62.1%	63.6%
7.15	24.2%	95.5%	80.0%	62.7%	64.9%
7.45	21.2%	95.5%	77.8%	61.8%	63.6%
7.85	21.2%	97.7%	87.5%	62.3%	64.9%
8.05	18.2%	97.7%	85.7%	61.4%	63.6%
8.55	15.2%	97.7%	83.3%	60.6%	62.3%
9.55	12.1%	97.7%	80.0%	59.7%	61.0%
10.25	9.1%	97.7%	75.0%	58.9%	59.7%
11.50	9.1%	100.0%	100.0%	59.5%	61.0%

ตารางที่ 14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของคิวเวฟและการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วย LCX โดยใช้ค่าพื้นที่คิวเวฟที่จุดต่างๆเพื่อแสดงความไว, ความจำเพาะ และความแม่นยำของเครื่องมือ

Cut off	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	Accuracy
0.05	50.0%	75.4%	19.0%	92.9%	72.7%
0.20	37.5%	75.4%	15.0%	91.2%	71.4%
0.35	37.5%	76.8%	15.8%	91.4%	72.7%
0.45	25.0%	78.3%	11.8%	90.0%	72.7%
0.55	25.0%	79.7%	12.5%	90.2%	74.0%
0.75	25.0%	81.2%	13.3%	90.3%	75.3%
0.95	25.0%	82.6%	14.3%	90.5%	76.6%
1.15	12.5%	84.1%	8.3%	89.2%	76.6%
1.35	12.5%	87.0%	10.0%	89.6%	79.2%
1.44	12.5%	88.4%	11.1%	89.7%	80.5%
1.51	12.5%	89.9%	12.5%	89.9%	81.8%

Cut off	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	Accuracy
1.57	12.5%	91.3%	14.3%	90.0%	83.1%
1.70	12.5%	92.8%	16.7%	90.1%	84.4%
1.85	12.5%	94.2%	20.0%	90.3%	85.7%
2.25	0.0%	97.1%	0.0%	89.3%	87.0%
4.85	0.0%	98.6%	0.0%	89.5%	88.3%
8.10	0.0%	100.0%	NA	89.6%	89.6%

ตารางที่ 15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของคิวเวฟและการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วย RCA โดยใช้ค่าพื้นที่คิวเวฟที่จุดต่างๆเพื่อแสดงความไว, ความจำเพาะ และความแม่นยำของเครื่องมือ

Cut off	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	Accuracy
0.15	80.0%	56.7%	21.6%	95.0%	59.7%
0.35	80.0%	58.2%	22.2%	95.1%	61.0%
0.45	80.0%	59.7%	22.9%	95.2%	62.3%
0.55	80.0%	65.7%	25.8%	95.7%	67.5%
0.70	80.0%	68.7%	27.6%	95.8%	70.1%
0.85	70.0%	68.7%	25.0%	93.9%	68.8%
0.95	60.0%	71.6%	24.0%	92.3%	70.1%
1.01	50.0%	74.6%	22.7%	90.9%	71.4%
1.11	50.0%	76.1%	23.8%	91.1%	72.7%
1.30	50.0%	77.6%	25.0%	91.2%	74.0%
1.45	50.0%	80.6%	27.8%	91.5%	76.6%
1.55	50.0%	83.6%	31.3%	91.8%	79.2%
1.75	50.0%	85.1%	33.3%	91.9%	80.5%
1.95	30.0%	88.1%	27.3%	89.4%	80.5%
2.05	30.0%	92.5%	37.5%	89.9%	84.4%
2.15	30.0%	94.0%	42.9%	90.0%	85.7%
2.25	30.0%	95.5%	50.0%	90.1%	87.0%
2.45	30.0%	97.0%	60.0%	90.3%	88.3%
2.75	20.0%	97.0%	50.0%	89.0%	87.0%
3.45	20.0%	98.5%	66.7%	89.2%	88.3%
4.15	10.0%	98.5%	50.0%	88.0%	87.0%
4.75	0.0%	98.5%	0.0%	86.8%	85.7%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 16 แสดงการพบคิวเวฟและการมีปริมาณแผลเป็นในกล้ามเนื้อหัวใจเกิน 10%

	Presence of Scar size ≥ 10% per patient	
Presence of Q wave Per patient	Y	N
Y	54	23
N	20	152

	Percent	(95% CI)	
Sensitivity	73.0%	61.4%	82.6%
Specificity	86.9%	80.9%	91.5%
Positive predictive	70.1%	58.6%	80.0%
Negative predictive	88.4%	82.6%	92.8%
Accuracy	82.7%	77.5%	87.2%

ตารางที่ 17 แสดงการพบคิวเวฟที่ LAD และการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือด LAD

	Presence of nonviable segment in LAD	
Presence of Q wave in LAD	Y	N
Y	30	12
N	6	201

	Percent	(95% CI)	
Sensitivity	83.3%	67.2%	93.6%
Specificity	94.4%	90.4%	97.1%
Positive predictive	71.4%	55.4%	84.3%
Negative predictive	97.1%	93.8%	98.9%
Accuracy	92.8%	88.8%	95.7%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 18 แสดงการพบคิวเวฟที่ LCX และการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือด LCX

	Presence of nonviable segment in LCX	
Presence of Q wave in LCX	Y	N
Y	4	17
N	7	221

	Percent	(95% CI)	
Sensitivity	36.4%	10.9%	69.2%
Specificity	92.9%	88.8%	95.8%
Positive predictive	19.0%	5.5%	41.9%
Negative predictive	96.9%	93.8%	98.8%
Accuracy	90.4%	86%	93.7%

ตารางที่ 19 แสดงการพบคิวเวฟที่ RCA และการตายของกล้ามเนื้อหัวใจที่หล่อเลี้ยงด้วยเส้นเลือด RCA

	Presence of nonviable segment in RCA	
Presence of Q wave in RCA	Y	N
Y	8	29
N	4	208

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	Percent	(95% CI)	
Sensitivity	66.7%	34.9%	90.1%
Specificity	87.8%	82.9%	91.6%
Positive predictive	21.6%	9.8%	38.2%
Negative predictive	98.1%	95.2%	99.5%
Accuracy	86.7%	81.9%	90.7%

แบบสำรวจงานวิจัยความสัมพันธ์ระหว่างคิวเวฟในคลื่นไฟฟ้าหัวใจและภาวะการอยู่รอดของกล้ามเนื้อหัวใจ โดยใช้การตรวจคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหัวใจ

(Presence of Q wave in prediction of non-viable myocardial infarction comparing with CMR as a gold standard)

1. เพศ ❒ ชาย ❒ หญิง

2. อายุ……………………………………..

3. โรคประจำตัว
   - ❒ เบาหวาน
   - ❒ อื่นๆ..................................
   - ❒ ไขมันในเลือดสูง
   - ❒ ความดันโลหิตสูง
   - ❒ ไตวายเรื้อรัง

4.วันที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นหัวใจขาดเลือด (myocardial infarction)..

5.ได้รับการวินิจฉัยจากภาวะหัวใจขาดเลือดชนิดใด
   - ❒ Stable coronary artery disease
   - ❒ Unstable angina
   - ❒ Non STEMI
   - ❒ STEMI
   - ❒ อื่นๆ.......................

6.

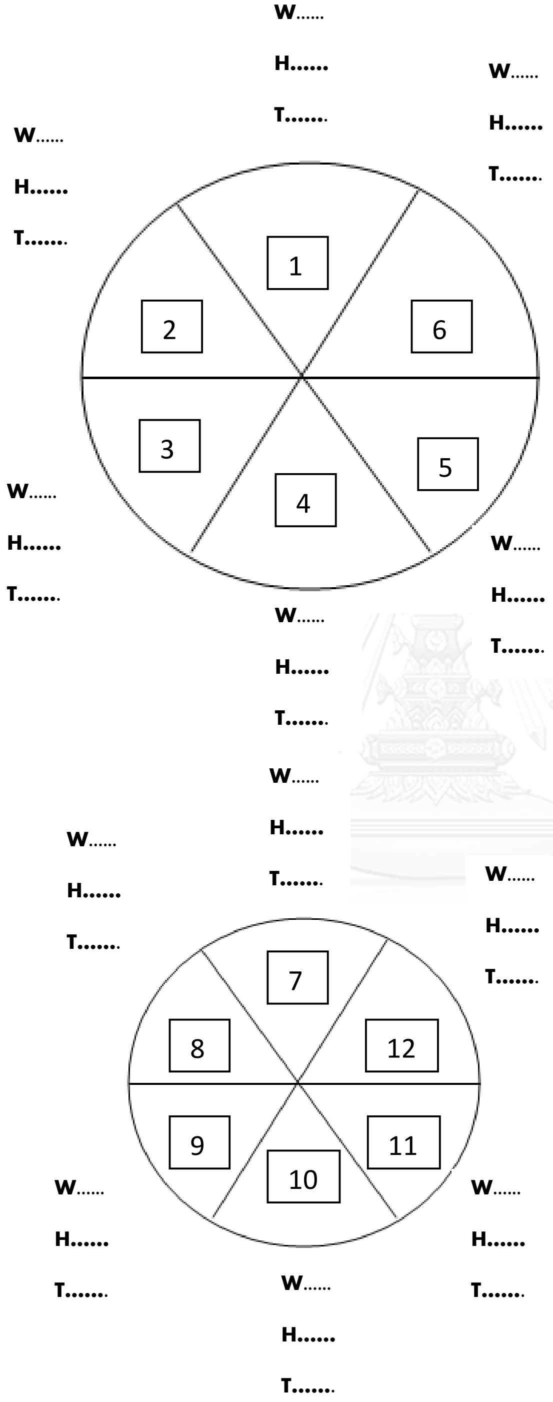
Lead	Q wave	Duration	Amplitude	Area of Q wave
I				
II				
III				
aVL				
aVR				
aVF				
V1				
V2				
V3				
V4				
V5				
V6				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

CMR record form

บันทึกข้อมูลคลื่นสะท้อนหัวใจในสนามแม่เหล็ก

Patient code………………….



W: wall motion

0= Normal

1= mild-moderate hypokinesia

2= severe hypokinesia

3= Akinetic

4= Dyskinetic

5= Aneurysm

NA= Not available

H= Hyperenhancement

0= Normal

1= 1-25%

2= 26-50%

3= 51-75%

4= 76-100%

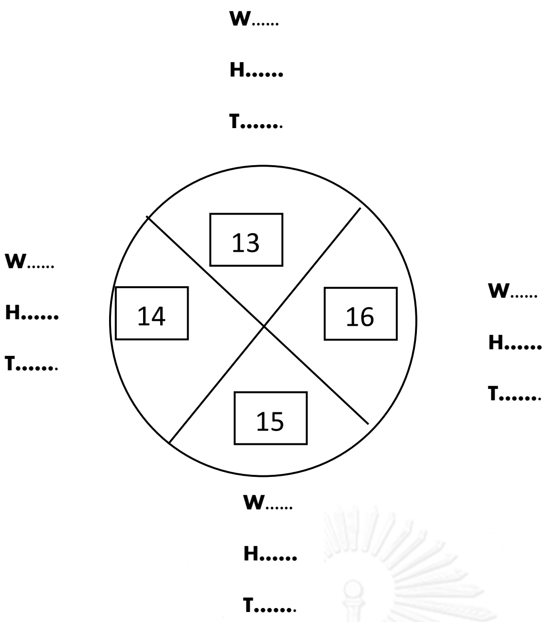
T: type

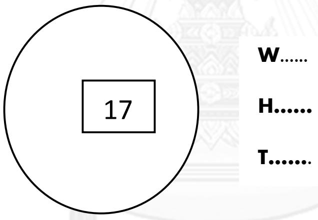
S= Subendocardium

M= midwall

E= Epicardium

P= Patchy





จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ข

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เอกสารข้อมูลสำหรับผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย (ว.3)

ชื่อโครงการวิจัย **พื้นที่คิวเวฟจากการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจในการคาดการณ์ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายจากการตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็กชนิด 3.0 เทสลา**

ผู้สนับสนุนการวิจัย หน่วยอายุรศาสตร์หัวใจและหลอดเลือด ภาควิชาอายุรศาสตร์ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ และภาควิชารังสีวิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

แพทย์ผู้ทำวิจัยชื่อนายแพทย์ปฐมพงษ์ คำภามูล ที่อยู่อายุรศาสตร์โรคหัวใจโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ถนน
พระราม 4 ปทุมวันกรุงเทพ 10330 เบอร์โทรศัพท์(ที่ทำงานและมือถือ) 02-2564291, 084-6056558

แพทย์ผู้ร่วมในโครงการวิจัยชื่ออาจารย์นายแพทย์ไพโรจน์ ฉัตรานุกูลชัยที่อยู่อายุรศาสตร์โรคหัวใจโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ถนนพระราม 4 ปทุมวันกรุงเทพ 10330เบอร์โทรศัพท์(ที่งานและมือถือ) 02-2564291,
095-2542565

เรียนผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยทุกท่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่แสดงข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการทำงานวิจัยและแจกแจงรายละเอียดของการศึกษาครั้งนี้ ดังกล่าวขอให้ท่านอ่านเอกสารฉบับนี้อย่างละเอียดเพื่อให้ท่านได้ทราบถึงเหตุผลและรายละเอียดของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้หากท่านมีข้อสงสัยใดๆเพิ่มเติมกรุณาซักถามจากทีมงานของแพทย์ผู้ทำวิจัยหรือผู้ร่วมในโครงการวิจัยซึ่งจะเป็นผู้สามารถให้ความกระจ่างแก่ท่านได้ท่านสามารถขอคำแนะนำในการเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้จากครอบครัวเพื่อนหรือแพทย์ประจำตัวของท่านเพื่อประโยชน์สูงสุดแก่ตัวท่านเอง

เหตุผลความเป็นมา

คลื่นไฟฟ้าหัวใจถือเป็นเครื่องมือพื้นฐานที่ช่วยในการตรวจและวินิจฉัยโรคทางหัวใจ ซึ่งการปรากฏของคิวเวฟ(Q wave) ในคลื่นไฟฟ้าหัวใจบ่งบอกถึงการตายของชั้นกล้ามเนื้อหัวใจอย่างไรก็ตามในบางกรณีที่มีกล้ามเนื้อหัวใจตายตลอดทั้งชั้น(Transmural infarction)เราอาจจะไม่พบคิวเวฟบนคลื่นไฟฟ้าหัวใจก็ได้ ในทางกลับกันคนที่มีคิวเวฟในคลื่นไฟฟ้าหัวใจก็ไม่จำเป็นต้องพบการตายของกล้ามเนื้อหัวใจทั้งชั้นก็ได้เช่นกัน ซึ่งในปัจจุบันการตรวจหาภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายจะใช้คลื่นสะท้อน

ในสนามแม่เหล็กเป็นมาตรฐาน ดังนั้นทางกลุ่มผู้ศึกษาจึงต้องการทราบว่าพื้นที่คิวเวฟจากการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจสามารถใช้คาดการณ์ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายจากการตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็กชนิด 3.0 เทสลาได้หรือไม่ และมีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

วัตถุประสงค์หลักจากการศึกษาในครั้งนี้คือพื้นที่คิวเวฟจากการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจสามารถใช้คาดการณ์ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายได้ โดยคาดการณ์ว่าจะมีผู้เข้าร่วมวิจัยประมาณ 59 คน

วิธีการที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

หลังจากท่านให้ความยินยอมที่จะเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะขอเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็กชนิด 3.0 เทสลา และเก็บคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่มีคิวเวฟจากผู้เข้าร่วมวิจัยนั้นๆ เพื่อนำมาวิเคาระห์ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่คิวเวฟและภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตาย ว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด โดยทางคณะผู้ทำวิจัยจะเก็บข้อมูลในเฉพาะรายที่จำเป็นต้องตรวจด้วยคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็กชนิด 3.0 เทสลาเท่านั้น และไม่ได้ทำการตรวจเพิ่มเติมใดๆ ดังนั้นผู้เข้าร่วมวิจัยทุกคนจะได้รับการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจและการตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็กที่เป็นมาตรฐาน โดยผู้เข้าร่วมวิจัยมิได้เสียผลประโยชน์ใดๆ

ความรับผิดชอบของอาสาสมัครผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัย

เพื่อให้งานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องได้รับความร่วมมือจากท่าน โดยท่านจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของแพทย์ผู้ทำวิจัยอย่างเคร่งครัดรวมทั้งแจ้งอาการผิดปกติต่างๆที่เกิดขึ้นกับท่านระหว่างที่ท่านเข้าร่วมในโครงการวิจัยให้ผู้วิจัยได้รับทราบเพื่อความปลอดภัยในระหว่างการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจและการตรวจหัวใจด้วยคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็กและสามารถนำมาแปลผลและวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำต่อไป

ความเสี่ยงที่อาจได้รับ

เนื่องจากงานวิจัยครั้งนี้เป็นการเก็บข้อมูลในผู้ป่วยที่จำเป็นจะต้องทำคลื่นสะท้อนในสนามแม่เหล็กอยู่แล้ว ดังนั้นความเสี่ยงที่อาจจะได้รับถือเป็นความเสี่ยงในระดับต่ำ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องเสียเวลาในการทำคลื่นไฟฟ้าหัวใจโดยใช้เครื่องชนิดใหม่ที่มีความละเอียดในการวัดสูง มีความไม่สบายใจในการเข้าร่วมโครงการ เป็นต้น หากท่านมีข้อสงสัยใดๆ เกี่ยวกับความเสี่ยงที่อาจได้รับจากการเข้าร่วมในโครงการวิจัย ท่านสามารถสอบถามจากผู้ทำวิจัยได้ตลอดเวลา

หากมีการค้นพบข้อมูลใหม่ ๆ ที่อาจมีผลต่อความปลอดภัยของท่านในระหว่างที่ท่านเข้าร่วมในโครงการวิจัย ผู้ทำวิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบทันที เพื่อให้ท่านตัดสินใจว่าจะอยู่ในโครงการวิจัยต่อไปหรือจะขอถอนตัวออกจากการวิจัย

ประโยชน์ที่อาจได้รับ

ท่านจะไม่ได้รับประโยชน์ใดๆจากการเข้าร่วมในการวิจัยครั้งนี้ แต่ผลการศึกษาที่ได้จะนำไปช่วยในการวินิจฉัยและการรักษาผู้ป่วยที่มีภาวะกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด และนำเครื่องมือนี้ในการคัดกรองผู้ป่วยกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดเพื่อพยาการณ์โรคและวางแผนการรักษาต่อไป

วิธีการและรูปแบบการรักษาอื่นๆซึ่งมีอยู่สำหรับอาสาสมัคร

ท่านไม่จำเป็นต้องเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้เพื่อประโยชน์ในการรักษาโรคที่ท่านเป็นอยู่
เนื่องจากมีแนวทางการ
รักษาอื่นๆหลายแบบสำหรับรักษาโรคของท่านได้ดังนั้นจึงควรปรึกษากับแพทย์ผู้ให้การรักษาท่านก่อนตัดสินใจ

ข้อปฏิบัติของท่านขณะที่ร่วมโครงการวิจัย

สิ่งที่ท่านควรปฏิบัติคือ

- ท่านต้องให้ข้อมูลทางการแพทย์ของท่านทั้งในอดีตและปัจจุบันแก่แพทย์ผู้ทำวิจัยด้วยความสัตย์จริง
- ท่านต้องแจ้งให้แพทย์ผู้ทำวิจัยทราบความผิดปกติที่เกิดขึ้นระหว่างที่ท่านร่วมในโครงการวิจัย

อันตรายที่อาจเกิดขึ้นในโครงการวิจัย

หากพบอันตรายที่เกิดขึ้นจากการวิจัยผู้สนับสนุนโครงการวิจัยยินดีจะรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลของท่านการเซ็นชื่อในเอกสารฉบับนี้ไม่ได้หมายความว่าท่านได้สละสิทธิ์ทางกฎหมายตามปกติที่ท่านพึงมีในกรณีที่ท่านได้รับอันตรายใดๆหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัยท่านสามารถติดต่อกับผู้ทำวิจัยคือนายแพทย์ปฐมพงษ์ คำภามูล (ที่ทำงานและมือถือ) 02-2564291, 084-6056558และอาจารย์นายแพทย์ไพโรจน์ ฉัตรานุกูลชัยเบอร์โทรศัพท์(ที่ทำงานและมือถือ) 02-2564291, 095-2542565 ได้ตลอด 24 ชั่วโมงดังรายละเอียดข้างต้น

ค่าใช้จ่ายสำหรับอาสาสมัครที่จะเข้าร่วมในการวิจัย

เนื่องจากผู้เข้าร่วมวิจัยจำเป็นที่ต้องได้รับการตรวจหัวใจโดยใช้ภาพคลื่นสะท้อนสนามแม่เหล็กและไม่มีการตรวจใดๆเพิ่มเติม ดังนั้นผู้เข้าร่วมการวิจัยไม่มีค่าใช่จ่ายใดๆเพิ่มเติม โดยปกติค่าใช้จ่ายสำหรับการตรวจภาพคลื่นสะท้อนสนามแม่เหล็กประมาณ 12,000 บาท

ค่าตอบแทนสำหรับผู้เข้าร่วมวิจัย

เนื่องจากงานวิจัยนี้ เป็นการเก็บข้อมูลและนำมาประมวลผลจากผู้เข้าร่วมวิจัย และไม่มีการนัดเพื่อมาติดตามผล ดังนั้นท่านจะไม่ได้รับเงินค่าตอบแทนจากการเข้าร่วมในการวิจัยใดๆ

การเข้าร่วมและการสิ้นสุดการเข้าร่วมโครงการวิจัย

การเข้าร่วมโครงการวิจัยครั้งนี้เป็นไปโดยความสมัครใจหากท่านไม่สมัครใจจะเข้าร่วมการศึกษาแล้วท่านสามารถถอนตัวได้ตลอดเวลาการขอถอนตัวจากโครงการวิจัยจะไม่มีผลต่อการดูแลโรคของท่านแต่อย่างใด

- แพทย์ผู้ทำวิจัยอาจถอนท่านออกจากการเข้าร่วมการวิจัยเพื่อเหตุผลด้านความปลอดภัยของท่านหรือเมื่อผู้สนับสนุนการวิจัยยุติการดำเนินงานวิจัยหรือในกรณีดังต่อไปนี้

- ท่านไม่ให้ความร่วมมือและไม่ปฏิบัติตามคำแนะนำของแพทย์ผู้ทำวิจัย

- ท่านตั้งครรภ์ระหว่างที่เข้าร่วมโครงการวิจัย

- ท่านต้องการปรับเปลี่ยนการรักษาด้วยยาตัวที่ไม่ได้รับอนุญาตจากการวิจัยครั้งนี้

การปกป้องรักษาข้อมูลของอาสาสมัคร

ข้อมูลที่อาจนำไปสู่การเปิดเผยตัวของท่านจะได้รับการปกปิดและจะไม่เปิดเผยแก่สาธารณชนในกรณีที่ผลการวิจัยได้รับการตีพิมพ์ชื่อและที่อยู่ของท่านจะต้องได้รับการปกปิดอยู่เสมอโดยจะใช้เฉพาะรหัสประจำโครงการวิจัยของท่าน

จากการลงนามยินยอมของท่านแพทย์ผู้ทำวิจัยและผู้สนับสนุนการวิจัยมีสิทธิ์สามารถเข้าไปตรวจสอบบันทึกข้อมูลทางการแพทย์ของท่านได้ตลอดเวลาแม้จะสิ้นสุดโครงการวิจัยแล้วก็ตามหากท่านต้องการยกเลิกการให้สิทธิ์ดังกล่าวท่านสามารถเขียนบันทึกขอยกเลิกการให้คำยินยอมโดยส่งเอกสารไปที่นายแพทย์ปฐมพงษ์ คำภามูลหน่วยอายุรศาสตร์โรคหัวใจโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ถนนพระราม 4 ปทุมวันกรุงเทพ 10330

หากท่านขอยกเลิกการให้คำยินยอมหลังจากที่ท่านได้เข้าร่วมโครงการวิจัยแล้วข้อมูลส่วนตัวของท่านจะไม่ถูกบันทึกเพิ่มเติมอย่างไรก็ตามข้อมูลอื่นๆของท่านอาจถูกนำมาใช้เพื่อประเมินผลการวิจัยและท่านจะไม่สามารถกลับมาเข้าร่วมในโครงการนี้ได้อีกทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลของท่านที่จำเป็นสำหรับใช้เพื่อการวิจัยไม่ได้ถูกบันทึก

สิทธิ์ของผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัย

ในฐานะที่ท่านเป็นผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัย ท่านจะมีสิทธิ์ดังต่อไปนี้

1. ท่านจะได้รับทราบถึงลักษณะและวัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้
2. ท่านจะได้รับการอธิบายเกี่ยวกับระเบียบวิธีการของการวิจัยทางการแพทย์ รวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้
3. ท่านจะได้รับการอธิบายถึงความเสี่ยงและความไม่สบายที่จะได้รับจากการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. ท่านจะได้รับการอธิบายถึงประโยชน์ที่ท่านอาจจะได้รับจากการวิจัย
5. ท่านจะได้รับการเปิดเผยถึงทางเลือกในการรักษาด้วยวิธีอื่น ยา หรืออุปกรณ์ซึ่งมีผลดีต่อท่าน รวมทั้งประโยชน์และความเสี่ยงที่ท่านอาจได้รับ
6. ท่านจะได้รับทราบแนวทางในการรักษา ในกรณีที่พบโรคแทรกซ้อนภายหลังการเข้าร่วมในโครงการวิจัย
7. ท่านจะมีโอกาสได้ซักถามเกี่ยวกับงานวิจัยหรือขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
8. ท่านจะได้รับทราบว่าการยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ท่านสามารถขอถอนตัวจากโครงการเมื่อไรก็ได้ โดยผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัยสามารถขอถอนตัวจากโครงการโดยไม่ได้รับผลกระทบใด ๆ ทั้งสิ้น
9. ท่านจะได้รับเอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัยและสำเนาเอกสารใบยินยอมที่มีทั้งลายเซ็นและวันที่
10. ท่านมีสิทธิ์ในการตัดสินใจว่าจะเข้าร่วมในโครงการวิจัยหรือไม่ก็ได้ โดยปราศจากการใช้อิทธิพลบังคับข่มขู่ หรือการหลอกลวง

ขอขอบคุณในการให้ความร่วมมือของท่านมา ณ ที่นี้

หากท่านไม่ได้รับการชดเชยอันควรต่อการบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยที่เกิดขึ้นโดยตรงจากการวิจัย หรือท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามที่ปรากฏในเอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมในการวิจัย ท่านสามารถร้องเรียนได้ที่ สำนักงานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตึกอานันทมหิดลชั้น 3 โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ถนนพระราม 4 ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทร 0-2256-4493ในเวลาราชการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การลงนามในเอกสารให้ความยินยอม ไม่ได้หมายความว่าท่านได้สละสิทธิ์ทางกฎหมายตามปกติที่ท่านพึงมี

....

นายแพทย์ปฐมพงษ์ คำภามูล

ภาคผนวก ค

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ประวัติและผลงาน

ชื่อ-นามสกุล ปฐมพงษ์ คำภามูล

วัน เดือน ปีเกิด 19 กุมภพันธ์ 2530

สถานที่เกิด อุบลราชธานี ประเทศไทย

สถานภาพ โสด

ตำแหน่ง นายแพทย์

สถานที่ทำงาน โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ถนนพระราม 4 เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 02-256-4291

ที่บ้าน 199/146 หมู่บ้านวราสิริหนองไผ่ ถนนมิตรภาพ ต.ศิลา อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000 โทรศัพท์ 084-605-6558

ประวัติการศึกษาและทำงาน

นิสิตแพทย์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2548 - 2554

แพทย์เพิ่มพูนทักษะ โรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2554 - 2555

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แพทย์ใช้ทุนสังกัดอายุรศาสตร์ โรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2556 - 2558

แพทย์ประจำบ้านต่อยอด อายุรศาสตร์โรคหัวใจและหลอดเลือดโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ 2558 - ปัจจุบัน

ปริญญาและประกาศนียบัตร

แพทยศาสตรบัณฑิต เกียรตินิยมอันดับ 1 มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2554

ประกาศนียบัตรบัณฑิตขั้นสูงทางวิทยาศาสตร์การแพทย์คลินิก(อายุรศาสตร์) คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2558

วุฒิบัตรแสดงความรู้ความชำนาญในการประกอบวิชาชีพเวชกรรมสาขาอายุรศาสตร์ แพทยสภา 2558