การศึกษาเปรียบเทียบการแปลผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจโดยการใช้ R-CAT และแบบปกติ

Comparsion of using RCAT and conventional method for EKG interpretation

นายจิรยุทธ เพชรเครือ

นางสาวสุปรียา ปราสาด อะดีการี

นายไพจิตร บุญตา

นักศึกษาผู้จัดทำวิทยานิพนธ์

ผศ.นพ. ไชยพร ยุกเซ็น

รศ.พญ.ยุวเรศมคฐ์ สิทธิชาญบัญชา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

สารบัญ

	หน้า
ที่มาและความสำคัญของปัญหา	3
คำถามงานวิจัย	4
วัตถุประสงค์	4
ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
รูปแบบวิธีวิจัย	6
เกณฑ์การคัดเข้าศึกษา	6
วิธีดำเนินงานวิจัย	7
วิเคราะห์ผลการศึกษา	8
ผลการศึกษา	9
บรรณานุกรม	12
ภาคผนวก ก	14

บทที่ 1 บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การตรวจบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจหรือ electrocardiography (ECG) เป็นหัตถการสำคัญที่ช่วยในการวินิจฉัยผู้ป่วยที่สงสัยภาวะความผิดปกติของหัวใจ เช่น ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด ภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ [1-3] โดยอาศัยหลักการตรวจจับสัญญาณไฟฟ้าที่สร้างขึ้นจากหัวใจผ่านขั้วไฟฟ้า (electrode) ของเครื่องตรวจที่ติดอยู่บริเวณผิวหนังของผู้ป่วย และบันทึกกระแสไฟฟ้าที่ตรวจจับได้ให้อยู่ในลักษณะของคลื่นบนกระดาษกราฟ

การทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจจะต้องอาศัยกระแสไฟฟ้าที่ถูกสร้างขึ้นจากจุดกำเนิดที่อยู่ภายในหัวใจห้องบนขวา เรียกว่า Sinoatrial (SA) node ซึ่งจะทำให้เกิดการบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจห้องบน (Atrial depolarization) ซึ่งแสดงคลื่นไฟฟ้าหัวใจออกมาในลักษณะเรียกว่า P wave จากนั้นสัญญาณไฟฟ้าจะผ่านลงสู่หัวใจห้องล่างทาง Atrioventricular (AV) node เกิดเป็น ventricular depolarization ซึ่งแสดงลักษณะของคลื่นไฟฟ้าหัวใจในรูปของ QRS complex และเมื่อหัวใจห้องล่างคลายตัวกลับคืนสู่ภาวะปกติ (ventricular repolarization) จะแสดงคลื่นไฟฟ้าหัวใจให้เห็นในรูปของ T wave โดยลักษณะของคลื่นหัวใจในภาวะปกติดังกล่าวนี้เรียกว่า “Normal sinus rhythm” [4-5] ดังนั้นเมื่อมีความผิดปกติในการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจจะมีการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณไฟฟ้าที่ผิดปกติ การตรวจบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (Electrocardiography) จึงเป็นเครื่องมือมาตรฐานที่ช่วยในการวินิจฉัยภาวะการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจที่ผิดปกติ

สำหรับผู้ป่วยที่มีภาวะกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน (Acute myocardial infraction; AMI) จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของเซลล์กล้ามเนื้อหัวใจ จนเกิดการนำไฟฟ้าที่ผิดปกติ โดยลักษณะ EKG ที่พบ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของ QRS complex การเปลี่ยนแปลงของ ST segment ทั้งที่เป็นแบบ ST-elevation และ ST-depression การเปลี่ยนแปลงของ T wave ทั้งในแบบที่สูงขึ้น (hyperacute T wave) หรือแบบ T wave inversion [6-7]

เนื่องจากภาวะกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดเฉียบพลันเป็นภาวะที่คุกคามต่อชีวิต (Life threatening condition) ซึ่งเป็นหนึ่งในสาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะหัวใจหยุดเต้นและนำไปสู่การเสียชีวิตได้ในที่สุด ในปี ค.ศ. 2017 The European Society of Cardiology (ESC) ได้กำหนดแนวทางการดูแลผู้ป่วยที่มีภาวะ ST-elevated acute myocardial infraction ขึ้น โดยแนะนำให้ทำการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจในผู้ป่วยที่สงสัยภาวะกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดและแปลผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่พบให้รวดเร็วที่สุดภายในระยะเวลา 10 นาทีตั้งแต่แรกพบผู้ป่วย เพื่อเริ่มต้นให้การรักษาที่จำเพาะเจาะจงอย่างรวดเร็ว

อันได้แก่ การให้ยา Fibrinolysis การทำ Coronary angiography; CAG และการทำ Percutaneous coronary intervention; PCI หรือ Coronary artery bypass grafting; CABG ซึ่งจะมีผลทำให้ผู้ป่วยที่มีภาวะกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดมีอัตราการรอดชีวิตที่เพิ่มขึ้น โดยได้กำหนดเกณฑ์ในการวินิจฉัยภาวะ ST-elevated acute myocardial infraction คือ การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่มี ST-elevation ใน lead V_2, V_3 $\geq$ 2.0 mm. สำหรับผู้ป่วยชายที่มีอายุ 40 ปีขึ้นไป หรือ $\geq$ 2.5 mm. สำหรับผู้ป่วยชายที่อายุน้อยกว่า 40 ปี หรือ $\geq$ 1.5 mm. สำหรับผู้ป่วยหญิงทุกช่วงอายุ และมี ST-elevation ใน lead อื่นๆ $\geq$ 1.0 mm. สำหรับผู้ป่วยทุกเพศทุกช่วงอายุ [8-12]

จากความสำคัญของการแปลผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจในผู้ป่วยที่สงสัยภาวะกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน ซึ่งในประเทศไทยบุคลากรที่ดูแลผู้ป่วยเจ็บหน้าอกที่จุดเกิดเหตุเป็นกลุ่มผู้ปฏิบัติการตั้งแต่ระดับ เจ้าพนักงานฉุกเฉินการแพทย์ (Advance EMT) และนักปฏิบัติการฉุกเฉินการแพทย์ (Paramedic) ซึ่งมีความเชี่ยวชาญในการอ่านคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่แตกต่างกัน ในต่างประเทศได้มีการคิดค้นอุปกรณ์ที่ชื่อว่า R-CAT (Rapid-Cardiac Analysis Tool) มาใช้ในการแปลผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจเพื่อช่วยในการวินิจฉัยภาวะดังกล่าวได้อย่างรวดเร็ว แต่เนื่องจากอุปกรณ์ดังกล่าวเป็นอุปกรณ์ใหม่และยังไม่มีการศึกษาก่อนหน้าที่ทำการศึกษาถึงประสิทธิภาพของ R-CAT ในการแปลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องในการแปลผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจโดยใช้ R-CAT กับวิธีปกติ (Conventional method) ในกลุ่มบุคลากรทางการแพทย์ที่ดูแลผู้ป่วยที่จุดเกิดเหตุ

คำถามงานวิจัย

การใช้ R-CAT ทำให้ประสิทธิภาพในการแปลผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจเพิ่มมากขึ้นหรือไม่

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความถูกต้องในการแปลผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจโดยใช้ R-CAT กับวิธีแบบปกติ

บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม

คลื่นไฟฟ้าหัวใจหรือ Electrocardiogram (EKG) เป็นเครื่องมือวินิจฉัยที่ถูกใช้บ่อยที่สุดในทางการแพทย์ในปัจจุบัน [13] EKG ถูกนำมาใช้เป็นมาตรฐานในการวินิจฉัย การตัดสินใจให้การรักษา รวมถึงการประเมินผลในการตอบสนองต่อการรักษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผู้ป่วยที่มีความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของหัวใจ [14] ซึ่งการแปลผล EKG ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วเป็นอีกปัจจัยสำคัญที่ช่วยเพิ่มอัตราการรอดชีวิตให้กับผู้ป่วยจากการได้รับการวินิจฉัยและรักษาอย่างทันท่วงที [15]

จากการศึกษาของ Breen C, Bond R และ Finlay D เมื่อปี ค.ศ. 2017 [16] ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการที่ช่วยในการแปลผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 12-lead electrocardiogram (12-lead EKG) ที่เรียกว่า ANALYSE (systematic ANALYsiS of Electrocardiography) โดยให้ผู้เข้าร่วมการศึกษาทดลองจำนวน 15 คนทำการแปลผล 12-lead EKG จำนวน 150 แบบบันทึกโดยวิธีการมาตรฐานและวิธีการแบบใหม่ที่เรียกว่า ANALYSE ด้วยวิธีการสุ่ม พบว่า การแปลผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจโดยวิธีการมาตรฐานมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 53% ส่วนวิธี ANALYSE คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 75% โดยผู้ที่เข้าร่วมการศึกษาจำนวน 14 คนได้คะแนนสูงขึ้นเมื่อแปลผลด้วยวิธี ANALYSE ซึ่งการศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของวิธีการแปลผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจรูปแบบใหม่ที่เพิ่มประสิทธิภาพในการวินิจฉัย

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Cairns AW. [17] ที่ได้จัดให้มีการทำแบบทดสอบเพื่อเปรียบเทียบการแปลผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจด้วยวิธีแบบมาตรฐานและวิธี IPI (Interactive Progressive based Interpretation) + DDA (Differential Diagnose Algorithm) พบว่าการแปลผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจด้วยวิธี IPI + DDA ทำให้ความถูกต้องในการวินิจฉัยเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 8.7

ปัจจุบันจึงได้มีการออกแบบวิธีและอุปกรณ์ที่ช่วยในการแปลผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจให้มีความสะดวกรวดเร็วและถูกต้องเพิ่มมากขึ้น Rapid-Cardiac Analysis Tool หรือ R-CAT ก็เป็นอุปกรณ์หนึ่งที่ถูกออกแบบขึ้นมาเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถอ่านค่าต่างๆ ของคลื่นไฟฟ้าหัวใจได้อย่างรวดเร็ว เช่น PR-interval QRS complex ST-segment และ QT-interval โดยเทียบกับสเกลของค่าต่างๆ ที่ระบุไว้บนอุปกรณ์ อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาก่อนหน้าที่เกี่ยวกับการทดสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์ดังกล่าวว่าสามารถช่วยให้การแปลผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจเป็นไปได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย

รูปแบบการวิจัย เป็นการวิจัยโดยการทดลอง (Experimental study)

กลุ่มประชากรเป้าหมายและแหล่งข้อมูล

การศึกษาของ Cathal Breen, Raymond Bond และ Dewar Finlay ในประเทศอังกฤษ ได้ออกแบบและทดสอบการแปลผล 12-lead electrocardiogram โดยเปรียบเทียบระหว่างวิธี ANALYSE กับวิธีแบบมาตรฐาน

การคำนวณกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม STATA version 12 Two sample comparison of mean โดยใช้ข้อมูลจากการศึกษาของ Cathal Breen, Raymond Bond และ Dewar Finlay ใช ้power 0.9 ratio of sample size 1:1 P value 0.05 และ two-side test พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่น้อยที่สุดคือ 5 คน ซึ่งวางแผน เก็บข้อมูลกลุ่มแพทย์ประจำบ้านสาขาเวชศาสตร์ฉุกเฉิน 10 คน,นักศึกษาปฏิบัติการฉุกเฉินการแพทย์ 20 คน, นักศึกษาแพทย์ชั้นปี6 10 คน

เกณฑ์การคัดเข้าและเกณฑ์การคัดออก

- **เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการศึกษา (Eligible criteria)**

  แพทย์ประจำบ้านสาขาเวชศาสตร์ฉุกเฉิน นักศึกษาแพทย์ชั้นปี 6 นักศึกษาปฏิบัติการฉุกเฉินการแพทย์ชั้นปีที่ 1, 2 และ 3 ที่ยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย โดยผู้เข้าร่วมยินยอมเข้าร่วมการวิจัยโดยการลงนาม

- **เกณฑ์การคัดเลือกออกจากการศึกษา (Exclusion Criteria)**

  อุปกรณ์ R-CAT เสียหายระหว่างทำการวิจัย

  ผู้เข้าร่วมวิจัยทำข้อสอบไม่ครบจำนวนที่กำหนด

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

R-CAT (Rapid – Cardiac Analysis Tool) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการอ่าน EKG (Electrocardiogram) ซึ่งสามารถอ่านค่า Heart rate, PR interval, QRS interval, QT interval ได้

วิธีดำเนินงานวิจัย

1. แจ้งข้อมูลเกี่ยวกับงานวิจัยและขอความยินยอมจาก แพทย์ประจำบ้านสาขาเวชศาสตร์ฉุกเฉิน นักศึกษาแพทย์ชั้นปี 6 นักศึกษาปฏิบัติการฉุกเฉินการแพทย์ชั้นปี 1 , 2 และ 3

2. ให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัย กรอกเอกสารข้อมูล เอกสารภาคผนวก

3. อธิบายส่วนประกอบของ EKG (Heart rate, ST segment, PR interval, QRS, QT interval) ให้กับผู้เข้าร่วมงานวิจัย

4. อธิบายวิธีการใช้ R-CAT ในการอ่านค่า heart rate, ST segment, PR interval, QRS, QT interval ให้กับผู้เข้าร่วมงานวิจัย

5. แบ่งกลุ่มออกเป็น กลุ่มแพทย์ประจำบ้านสาขาเวชศาสตร์ฉุกเฉิน , กลุ่มนักศึกษาแพทย์ชั้นปี 6 , กลุ่มนักศึกษาปฏิบัติการฉุกเฉินการแพทย์ชั้นปี 1 , 2 และ 3 ทั้งหมด 3 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มต้องตอบคำถามทั้งหมด 6 ข้อ โดยแบ่งออกเป็น

(1) อ่าน EKG โดยใช้ R-CAT จำนวน 3 ข้อ

(2) อ่าน EKG โดยการอ่านแบบปกติ จำนวน 3 ข้อ

6. ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้ทำข้อสอบ โดยวิธีการอ่านในแต่ละข้อจะได้จากการ randomization โดยมีการสุ่มทั้งการใช้และไม่ใช้ R-CAT และสุ่มลำดับข้อในการทำ

7. บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทำข้อสอบ โดยวิธีการอ่าน EKG แบบปกติและการอ่าน EKG โดยใช้ R-CAT ซึ่งประกอบด้วย

- คะแนน โดยคิดจากความถูกต้องในการอ่าน EKG ซึ่งประกอบด้วย heart rate, ST segment, PR interval, QRS, QT interval

- ระยะเวลาในการทำข้อสอบแต่ะข้อ

8. สรุปผลการวิจัยโดยเน้นตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาวิจัย

การวิเคราะห์ผลการศึกษา

วิเคราะห์ข้อมูล study size estimation โดยใช้โปรแกรม STATA version 12 และบันทึกข้อมูลลงคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel 2016 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติโดยใช้โปรแกรม STATA version 14

วิเคราะห์ผลการศึกษา

ข้อมูลพื้นฐานใช้สถิติเชิงพรรณนาในการนำเสนอข้อมูล โดยข้อมูลแบบกลุ่ม (categorical data) ได้แก่ เพศ อาชีพ ประสบการณ์ในการอ่านคลื่นไฟฟ้าหัวใจ จะแสดงข้อมูลในรูปแบบของความถี่และร้อยละ ส่วนข้อมูลแบบต่อเนื่อง (continuous data) ได้แก่ อายุ คะแนน เวลา ที่มีการกระจายแบบปกติจะแสดงข้อมูลในรูปแบบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P-value) โดยค่า P – Value < 0.05 หมายความว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 4 ผลการศึกษา

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลพื้นฐานผู้เข้าร่วมการศึกษา

ข้อมูลพื้นฐาน	อ่าน EKG โดยใช้ R-CAT	อ่าน EKG โดยวิธีปกติ
อายุ-ปี (Mean ± SD)		
เพศชาย N(%)		
อาชีพ -แพทย์ประจำบ้านสาขาเวชศาสตร์ฉุกเฉิน -นักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 6 -นักศึกษาปฏิบัติการฉุกเฉินการแพทย์ - ชั้นปีที่ 1 - ชั้นปีที่ 2 - ชั้นปีที่ 3		
มีประสบการณ์ในการอ่าน EKG N(%)		
เคยผ่านการเรียนการอ่าน EKG > 1 ชั่วโมง		

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนและเวลาระหว่างกลุ่มที่อ่าน EKG โดยใช้ R-CAT กับกลุ่มที่อ่าน EKG แบบปกติ

คำถามที่ 1

	อ่าน EKG โดยใช้ R-CAT	อ่าน EKG แบบปกติ	P-value
คะแนน (Mean ± SD)			
เวลา (Mean ± SD)			

คำถามที่ 2

	อ่าน EKG โดยใช้ R-CAT	อ่าน EKG แบบปกติ	P-value
คะแนน (Mean ± SD)			
เวลา (Mean ± SD)			

คำถามที่ 3

	อ่าน EKG โดยใช้ R-CAT	อ่าน EKG แบบปกติ	P-value
คะแนน (Mean ± SD)			
เวลา (Mean ± SD)			

คำถามที่ 4

	อ่าน EKG โดยใช้ R-CAT	อ่าน EKG แบบปกติ	P-value
คะแนน (Mean ± SD)			
เวลา (Mean ± SD)			

คำถามที่ 5

	อ่าน EKG โดยใช้ R-CAT	อ่าน EKG แบบปกติ	P-value
คะแนน (Mean ± SD)			
เวลา (Mean ± SD)			

คำถามที่ 6

	อ่าน EKG โดยใช้ R-CAT	อ่าน EKG แบบปกติ	P-value
คะแนน (Mean ± SD)			
เวลา (Mean ± SD)			

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนและเวลาระหว่างกลุ่มที่แพทย์ประจำบ้านเวชศาสตร์ฉุกเฉินและปฏิบัติการฉุกเฉินการแพทย์

อ่าน EKG โดยใช้ R-CAT

	ปฏิบัติการฉุกเฉินการแพทย์	แพทย์ประจำบ้านเวชศาสตร์ฉุกเฉิน	P-value
คะแนน (Mean ± SD)			
เวลา (Mean ± SD)			

อ่าน EKG แบบปกติ

	ปฏิบัติการฉุกเฉินการแพทย์	แพทย์ประจำบ้านเวชศาสตร์ฉุกเฉิน	P-value
คะแนน (Mean ± SD)			
เวลา (Mean ± SD)			

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนและเวลาระหว่างกลุ่มที่แพทย์ประจำบ้านเวชศาสตร์ฉุกเฉินและนักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 6

อ่าน EKG โดยใช้ R-CAT

	นักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 6	แพทย์ประจำบ้านเวชศาสตร์ฉุกเฉิน	P-value
คะแนน (Mean ± SD)			
เวลา (Mean ± SD)			

อ่าน EKG แบบปกติ

	นักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 6	แพทย์ประจำบ้านเวชศาสตร์ฉุกเฉิน	P-value
คะแนน (Mean ± SD)			
เวลา (Mean ± SD)			

ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนและเวลาระหว่างกลุ่มที่แพทย์ประจำบ้านเวชศาสตร์ฉุกเฉินและกลุ่มที่ไม่เคยมีประสบการณ์ในการอ่าน EKG หรือไม่เคยเรียน EKG มาก่อน

อ่าน EKG โดยใช้ R-CAT

	ไม่มีประสบการณ์ในการอ่าน EKG / ไม่เคยเรียน EKG มาก่อน	แพทย์ประจำบ้านเวชศาสตร์ฉุกเฉิน	P-value
คะแนน (Mean ± SD)			
เวลา (Mean ± SD)			

อ่าน EKG แบบปกติ

	ไม่มีประสบการณ์ในการอ่าน EKG / ไม่เคยเรียน EKG มาก่อน	แพทย์ประจำบ้านเวชศาสตร์ฉุกเฉิน	P-value
คะแนน (Mean ± SD)			
เวลา (Mean ± SD)			

ตารางที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนและเวลาระหว่างกลุ่มแพทย์ประจำบ้านเวชศาสตร์ฉุกเฉินโดยใช้วิธีการอ่านแบบปกติและกลุ่มที่ไม่มีประสบการณ์โดยวิธีการใช้ R-CAT

	อ่าน EKG โดยใช้ R-CAT ในกลุ่มที่ไม่มีประสบการณ์ในการอ่าน	อ่าน EKG แบบปกติ ในกลุ่มแพทย์ประจำบ้านเวชศาสตร์ฉุกเฉิน	P-value
คะแนน (Mean ± SD)			
เวลา (Mean ± SD)			

บรรณานุกรม

[1] Sur DK, Kaye L, Mikus M, etal. Accuracy of electrocardiogram reading by family practice residents. Fam Med. 2000;32**:**315–19.

[2] Fisch C. Evolution of the clinical electrocardiogram. J Am Coll Cardiol. 1989;14(5):1127–38.

[3] Kadish AH, Buxton AE, Kennedy HL, et al. ACC/AHA clinical competence statement on electrocardiography and ambulatory electrocardiography: A report of the ACC/AHA/ACP-ASIM task force on clinical competence. Circulation. 2001;104(25):3169–78.

[4] Brunwald E, Zipes DP, Libby P. Heart disease: A textbook of cardiovascular medicine. Philadelphia, Pa: WB Saunders Co; 2001. 6th ed.

[5] Goldberger AL. Clinical electrocardiography: A simplified approach. St Louis, Mo:Mosby Inc; 1999.6th ed.

[6] Thygesen K, Alpert JS, White HD. Universal definition of myocardial infarction. Eur Heart J. 2007t;28(20):2525-38.

[7] Wang K, Asinger RW", Marriott H. ST-segment elevation in conditions other than acute myocardial infarction. N Engl J Med. 2003;349:2128-35.

[8] Diercks DB, Peacock WF, Hiestand BC, et al. Frequency and consequences of recording an electrocardiogram >10 minutes after arrival in an emergency room in non-ST-segment elevation acute coronary syndromes. Am J Cardiol. 2006;97(4):437–42.

[9] Rokos IC, French WJ, Koenig WJ, et al. 3rd. Integration of pre-hospital electrocardiograms and ST-elevation myocardial infarction receiving center (SRC) networks: impact on door-to-balloon times across 10 independent regions. JACC Cardiovasc Interv. 2009;2(4):339–46.

[10] Quinn T, Johnsen S, Gale CP, et al. Effects of prehospital 12-lead ECG on processes of care and mortality in acute coronary syndrome: a linked cohort study from the Myocardial Ischemia National Audit Project. Heart. 2014;100(12):944–50.

[11] Sorensen JT, Terkelsen CJ, Norgaard BL, et al. Urban and rural implementation of pre-hospital diagnosis and direct referral for primary percutaneous coronary intervention in patients with acute ST-elevation myocardial infarction. Eur Heart J. 2011;32(4):430–36.

[12] Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, et al. Third universal definition of myocardial infarction. Eur Heart J. 2012;33(20):2551–67.

[13] Brady WJ, Mattu A, O'Connor RE. Real- time cardiology overread of the electrocardiogram: where is the value added? Am J Emerg Med. 2011;29(3):316-8.

[14] Hurst JW. Methods used to interpret the 12-lead electrocardiogram: Pattern memorization versus the use of vector concepts. Clin Cardiol. 2000;23(1):4-13.

[15] Ibanez B, James S, Agewall S, et al. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST- segment elevation: The Task Force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST- segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). Eur Heart J. 2018;39(2):119-77.

[16] Breen C, Bond R, Finlay D. A clinical decision support tool to assist with the interpretation of the 12-lead electrocardiogram. Health inform J. 2017:1460458216683534.

[17] Cairns AW, Bond RR, Finlay DD, et al. A decision support system and rule- based algorithm to augment the human interpretation of the 12-lead electrocardiogram. J Electrocardiol. 2017;50(6): 781-6.

ภาคผนวก ก

เอกสารกรอกข้อมูลการวิจัย : การศึกษาเปรียบเทียบการแปลผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจโดยการใช้ R-CAT และแบบปกติ (Comparsion of using RCAT and conventional method for EKG interpretation)

ชื่อ.....**นามสกุล**.....**อายุ**.....**ปี**

เพศ [ ] ชาย [ ] หญิง

อาชีพ

[ ] แพทย์ประจำบ้านสาขาเวชศาสตร์ฉุกเฉิน

[ ] นักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 6

[ ] นักศึกษาปฏิบัติการฉุกเฉินการแพทย์ชั้นปีที่ [ ] 1 [ ] 2 [ ] 3

ประสบการณ์ในการอ่าน EKG [ ] มี [ ] ไม่มี