

## นิพนธ์ต้นฉบับ

### การศึกษานำร่อง: ประสิทธิภาพของนวัตกรรมเครื่องฝึกการใช้เครื่องฟื้นคืนคลื่นหัวใจด้วยไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ และหุ่นจำลองเสมือนจริงรุ่น Chiang Mai AED trainer and manikin ในการสอนการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐาน ในนักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 1

วิพุธ เล้าสุภศิริ, พ.บ.<sup>1</sup>, บวร วิทย์ขำนาญกุล, พ.บ.<sup>1</sup>, กรองกาญจน์ สุธรรม, พ.บ.<sup>1</sup>,  
 ตัมภีร์ สรวมศิริ, พ.บ.<sup>1</sup>, เวชยันต์ ราชศรี, วศ.ค.<sup>2</sup>, ระดม พงษ์วุฒิธรรม, วศ.ค.<sup>2</sup>, บาย รังสิยากุล, วศ.ค.<sup>2</sup>,  
 ตะวัน สุจริตกุล, วศ.ม.<sup>2</sup>, นวคนธ์ คุณเลิศกิจ, วศ.ค.<sup>3</sup>, บริบูรณ์ เชนธนาภิจ พ.บ.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาเวชศาสตร์ฉุกเฉิน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

<sup>2</sup>ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

<sup>3</sup>ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Received: February 17, 2021 Revised: April 21, 2021 Accepted: May 25, 2021

### บทคัดย่อ

**ที่มาของปัญหา:** ประเทศไทยมีอุปกรณ์สำหรับอบรมการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐาน (basic life support: BLS) อย่างจำกัด ผู้วิจัยได้สร้างนวัตกรรมเครื่องแสดงประสิทธิภาพการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐานและเครื่องฝึกการใช้เครื่องฟื้นคืนคลื่นหัวใจด้วยไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ (automated external defibrillator: AED) ขึ้น

**วัตถุประสงค์:** ศึกษาประสิทธิภาพของ Chiang Mai manikin และ Chiang Mai AED trainer ในการสอนการกู้ชีพเบื้องต้นโดยเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ในท้องตลาดที่มีในปัจจุบัน

**วิธีการศึกษา:** เป็นงานวิจัยนำร่องเชิงทดลองแบบสุ่มเทียบประสิทธิภาพของการอบรมการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐานจากผลสอบภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ โดยทำการศึกษาในนักศึกษาแพทย์ปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม A อบรมด้วย Chiang Mai manikin และ Chiang Mai AED trainer กลุ่ม B อบรมด้วย Chiang Mai manikin และ AED trainer ของบริษัทอื่น กลุ่ม C อบรมด้วยหุ่นฝึกของบริษัทอื่นและ Chiang Mai AED trainer และกลุ่ม D อบรมด้วยหุ่นฝึกของบริษัท

อื่นและ AED trainer ของบริษัทอื่น โดยคำนวณขนาดตัวอย่างได้กลุ่มละ 30 คน ใช้สถิติทดสอบสมมติฐานเปรียบเทียบผลลัพธ์การอบรมด้วยค่ากลางที่เหมาะสม

**ผลการศึกษา:** กลุ่ม A, B, C, D มีจำนวน 10, 11, 12, 12 คนตามลำดับ มีค่ามัธยฐานของคะแนนสอบภาคทฤษฎี 9 (8, 9), 9 (7, 9), 9 (8, 9) และ 9 (8.25, 9) คะแนนมัธยฐานของคะแนนสอบภาคปฏิบัติ 26 (26, 26), 25 (23, 26), 23.5 (22.25, 25) และ 24 (24, 25.75) คะแนนตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของคะแนนรวมภาคทฤษฎี แต่มีความแตกต่างของคะแนนภาคปฏิบัติ ( $p = 0.8$  และ  $p < 0.01$  ตามลำดับ)

**สรุป:** เครื่อง Chiang Mai manikin และ Chiang Mai AED trainer มีประสิทธิภาพในการใช้อบรมการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐานไม่ด้อยกว่าอุปกรณ์ในท้องตลาดที่มีในปัจจุบัน

**คำสำคัญ:** การช่วยชีวิตขั้นพื้นฐาน, การฝึกอบรม, เครื่องฟื้นคืนคลื่นหัวใจด้วยไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ, หุ่นจำลองเสมือนจริง

## ORIGINAL ARTICLE

**Efficacy of the New Automated External Defibrillator Trainer and Basic Life Support Manikin (Chiang Mai Model) in Basic Life Support Teaching in First-Year Medical Students: A Pilot Study**Wiput Laosuksri, M.D.<sup>1</sup>, Borwon Wittayachamnankul, M.D.<sup>1</sup>, Krongkarn Sutham, M.D.<sup>1</sup>Kamphée Sruamsiri, M.D.<sup>1</sup>, Wetchayan Rangsi, Ph.D.<sup>2</sup>, Radom Pongvuthitham, Ph.D.<sup>2</sup>,Chaïy Rungsiyakull, Ph.D.<sup>2</sup> Thawan Sucharitakul, Ph.D.<sup>2</sup>, Navadon Khunlertgit, Ph.D.<sup>3</sup>, Boriboon Chenthanakij, M.D.<sup>1</sup><sup>1</sup>Department of Emergency Medicine, Faculty of Medicine, Chiang Mai University<sup>2</sup>Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University<sup>3</sup>Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University**ABSTRACT**

**BACKGROUND:** Thailand has limited resources for Basic Life Support (BLS) training courses. There are not enough tools for BLS quality assessment or Automated External Defibrillator (AED) training. We have designed new manikins and AED trainers for BLS training.

**OBJECTIVES:** We aimed to evaluate the quality of Chiang Mai manikins and Chiang Mai AED trainers in BLS training.

**METHODS:** This was a randomized controlled pilot trial. First-year medical students were randomized into four groups: Group A was trained with a Chiang Mai manikin and Chiang Mai AED trainer, Group B was trained with a Chiang Mai manikin and a commercial AED trainer, Group C was trained with a commercial manikin and Chiang Mai AED trainer, and Group D was trained with a commercial manikin and a commercial AED trainer. The post-test results

were compared between each group by using theoretical test results and practice test results.

**RESULTS:** There were 10, 11, 12, and 12 students in group A, B, C, and D. Theoretical test result median with their 25<sup>th</sup> and 75<sup>th</sup> percentiles were 9 (8, 9), 9 (7, 9), 9 (8, 9), and 9 (8.25, 9), respectively. Practice test result median with their 25<sup>th</sup> and 75<sup>th</sup> percentiles were 26 (26, 26), 25 (23, 26), 23.5 (22.25, 25), and 24 (24, 25.75), respectively. We found no statistical difference between the theoretical test results ( $p = 0.8$ ) and the practice test results ( $p < 0.05$ ) between each group.

**CONCLUSIONS:** Chiang Mai manikins and Chiang Mai AED trainers are equally effective as other commercial manikins and commercial AED trainers in BLS training.

**KEYWORDS:** cardiopulmonary resuscitation, education, automated external defibrillator, manikin

## บทนำ

ภาวะหัวใจหยุดเต้นเฉียบพลัน (sudden cardiac arrest) เป็นหนึ่งในภาวะที่ทำให้เกิดการเสียชีวิตนอกโรงพยาบาลที่ไม่ได้เกิดจากการบาดเจ็บ ในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ร้อยละ 70 ของการเสียชีวิตนอกโรงพยาบาลเกิดขึ้นที่บ้านและประมาณร้อยละ 50 เสียชีวิตโดยไม่มีผู้พบเห็น แต่มีเพียงร้อยละ 10.8 เท่านั้นที่ได้รับการช่วยเหลือจากการแพทย์ฉุกเฉินจนรอดชีวิตออกจากโรงพยาบาลได้<sup>1</sup> ในประเทศไทยมีการรวบรวมสถิติจำเพาะในด้านนี้ค่อนข้างน้อย ในสถิติปี พ.ศ. 2555 จากสถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติซึ่งเป็นสถิติเฉพาะผู้แจ้งขอใช้บริการการแพทย์ฉุกเฉินเท่านั้น จากผู้เสียชีวิตทั้งสิ้น 400,000 ราย<sup>2</sup> พบรายงานสถิติการได้รับแจ้งเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นเฉียบพลันประมาณ 6,000 ราย<sup>3</sup> ซึ่งถือเป็นสัดส่วนการเสียชีวิตจำนวนไม่น้อยและนับเป็นหนึ่งใน การเสียชีวิตที่ป้องกันได้หากได้รับการช่วยเหลือเบื้องต้นและการรักษาอย่างเหมาะสม

การช่วยชีวิตขั้นพื้นฐาน (basic life support) ซึ่งประกอบด้วย การกดหน้าอก เปิดทางเดินหายใจ การช่วยหายใจ (cardiopulmonary resuscitation) และการใช้เครื่องฟื้นคืนคลื่นหัวใจด้วยไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ (automated external defibrillator; AED) เป็นการดูแลรักษาที่ได้รับการยอมรับที่สุดในปัจจุบัน<sup>1,4,5</sup> ในปี พ.ศ. 2559 สมาคมแพทย์โรคหัวใจแห่งประเทศไทย (american heart association) และ International liaison committee on resuscitation ได้ร่วมกันประชุมเพื่อปรับปรุงและแนะนำมาตรฐานการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐาน<sup>1</sup> ซึ่งถือเป็นมาตรฐานการใช้อ้างอิงใช้ศึกษาและปฏิบัติกันทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทย ในมาตรฐานนี้ได้กล่าวถึงระบบการดูแลผู้ป่วยที่สำคัญคือ ห่วงโซ่การรอดชีวิต (chain of survival) โดยสามห่วงแรกหมายถึง การค้นพบผู้ป่วยภาวะหัวใจหยุดเต้นและการช่วยเหลือด้วยการทำการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐานซึ่งสามารถทำได้โดยประชาชนทั่วไปที่พบเห็นเหตุการณ์คนแรก ดังนั้นการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐานจึงถือเป็นวิธีปฐมพยาบาลวิธีหนึ่งที่ประชาชนทั่วไปควรทำได้<sup>4</sup> นอกจากนี้ในประเทศไทยคณะกรรมการการแพทย์ฉุกเฉินได้ประกาศลงราชกิจจานุเบกษา วันที่ 11 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2558 ให้การใช้ AED เป็นการ

ปฐมพยาบาล<sup>6</sup> จึงทำให้มีการตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนรู้การช่วยชีวิตขั้นพื้นฐานในภาคประชาชนและเริ่มมีการจัดสอนความรู้ให้แก่ประชาชนอย่างแพร่หลายมากขึ้น

การให้ความรู้แก่ประชาชนทั่วไปในเรื่องการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐาน ทั้งการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐานและการใช้ AED มีประโยชน์อย่างมากเพราะทำให้ประชาชนมีความมั่นใจและสามารถช่วยชีวิตขั้นพื้นฐานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถเพิ่มอัตราการรอดชีวิตและลดอัตราการทุพพลภาพในผู้ป่วยที่มีภาวะหัวใจหยุดเต้นเฉียบพลันนอกโรงพยาบาลได้อย่างมีนัยสำคัญ<sup>7,8</sup> ในปัจจุบันมีรูปแบบการสอนทั้งทางทฤษฎีและทางปฏิบัติสมาคมแพทย์โรคหัวใจแห่งประเทศไทยและ International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) ได้แนะนำและพัฒนารูปแบบการสอนให้มีประสิทธิภาพในปี พ.ศ. 2559 ซึ่งมีรูปแบบการสอนที่สำคัญ<sup>7</sup> คือ การฝึกแบบลงมือปฏิบัติจริงจะทำให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ได้ดี อุปกรณ์สอนที่แสดงประสิทธิภาพการช่วยชีวิตได้ ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากกว่าอุปกรณ์ทั่วไปและสุดท้ายแม้ว่าประชาชนทั่วไปจะสามารถใช้เครื่อง AED ได้โดยไม่ต้องผ่านการฝึก แต่แนะนำให้ฝึกการใช้ AED เพื่อสร้างทักษะและความมั่นใจให้แก่ผู้เรียนหลายการศึกษาพบว่า อุปกรณ์การสอนที่แสดงประสิทธิภาพการช่วยชีวิตได้ (feedback) จะเพิ่มคุณภาพในการ CPR ให้กับผู้เรียนทั้งในด้านการช่วยการหายใจและการกดหน้าอกอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังช่วยประเมินผลการอบรมการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐานได้แม่นยำกว่าการให้คะแนนโดยผู้สอนเพียงอย่างเดียว<sup>7,9-11</sup> และการนำ AED trainer มาช่วยในการสอน BLS จะช่วยเพิ่มความมั่นใจ ความปลอดภัยและทักษะในการใช้ AED จริง<sup>7,12</sup>

ในประเทศไทยยังมีหุ่นจำลองเสมือนจริงที่แสดงประสิทธิภาพการช่วยชีวิตได้และ AED trainer ไม่เพียงพอต่อการเรียนการสอนเนื่องจากอุปกรณ์ดังกล่าวต้องนำเข้าจากต่างประเทศจึงมีราคาที่สูง ซึ่งเป็นภาระต่องบประมาณที่มีอยู่จำกัดในประเทศไทย ซึ่งถือเป็นอุปสรรคและข้อจำกัดในการจัดจำนวนรอบในการอบรมและเพิ่มจำนวนผู้เรียน คณะแพทยศาสตร์และคณะ

วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จึงได้ร่วมมือกันผลิตอุปกรณ์ช่วยสอนดังกล่าว (Chiang Mai AED trainer and manikin) เพื่อลดต้นทุนในการผลิตเพื่อให้มีอุปกรณ์เหล่านี้เพียงพอต่อการสอนการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐาน งานวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษานำร่องประสิทธิภาพของนวัตกรรมเครื่องฝึกการใช้เครื่องฟื้นคืนคลื่นหัวใจด้วยไฟฟ้าแบบอัตโนมัติและหุ่นจำลองเสมือนจริงในการสอนการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐาน ในนักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 1 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพและหาโอกาสพัฒนาของ Chiang Mai AED trainer และ Chiang Mai manikin เมื่อนำมาใช้ในการอบรมการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐานจริง

### วิธีการศึกษา

แบบงานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบสุ่ม (randomized controlled trial: RCT) เพื่อทดสอบสมมติฐานจากการเปรียบเทียบผลลัพธ์การเรียนรู้การช่วยชีวิตขั้นพื้นฐานทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติของผู้เรียนที่ได้รับการอบรมด้วยเครื่อง AED trainer และ หุ่นฝึก CPR ต่างบริษัทกัน โดยเป็นการศึกษานำร่อง (pilot study) คือ นักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2560 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่และใช้ช่วงเวลาภายใน 3 เดือนแรกของปีการศึกษา โดยเกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการศึกษา คือ มีอายุอย่างน้อย 18 ปีและสมัครใจเข้าร่วมงานวิจัยและยินยอมให้เก็บข้อมูล ส่วนเกณฑ์การคัดเลือกผู้ออกจากการศึกษา คือ ไม่สามารถสื่อสารภาษาไทยด้วยการฟังและการอ่านได้ มีภาวะเจ็บป่วยทางกายอันเป็นอุปสรรคต่อการฝึกทักษะการช่วยชีวิต เช่น มีปัญหาด้านการมองเห็น การได้ยิน การออกแรงกดโดยใช้แขนและข้อมือ โรคประจำตัว เช่น หอบหืดขั้นรุนแรง หัวใจวายขั้นรุนแรง เป็นต้น เคยอบรมการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐาน หรือการใช้เครื่อง AED มาก่อนหน้านี้ หรือเคยช่วยเหลือผู้ป่วยด้วยการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐานในสถานการณ์จริงมาก่อนหน้านี้ การศึกษานี้ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยคณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เลขที่ 481/2559 และประชากรตัวอย่างทุกคนได้ลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัยด้วยความสมัครใจ

โดยผู้เรียนจะได้รับการแบ่งเป็น 4 กลุ่ม แต่ละกลุ่ม จะได้รับการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (accidental sampling) ตามลำดับการลงทะเบียนจนได้จำนวนประชากรตัวอย่างตามที่กำหนดไว้ โดยทั้ง 4 กลุ่มจะได้รับการอบรมด้วยเครื่อง หุ่นฝึก CPR และ AED trainer ต่างบริษัทกัน ซึ่งประกอบด้วย 3 Intervention group และ 1 Control group ดังนี้ 1) Intervention group A (CMU CPR - CMU AED) คือ เครื่อง Chiang Mai Manikin ร่วมกับ Chiang Mai AED Trainer 2) Intervention group B (CMU CPR - commercial AED) คือ Chiang Mai Manikin ร่วมกับเครื่อง AED Trainer ของบริษัทอื่น 3) Intervention group C (Commercial CPR - CMU AED) คือ หุ่นฝึก CPR ของบริษัทอื่นร่วมกับเครื่อง Chiang Mai AED Trainer และ 4) Control group (Group D: Commercial CPR - Commercial AED) คือ หุ่นฝึก CPR และเครื่อง AED Trainer ของบริษัทอื่นร่วมกัน การฝึกอบรมการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐานสำหรับงานวิจัยนี้จะถูกจัดขึ้นตามมาตรฐานของชมรมคณะกรรมการมาตรฐานการช่วยชีวิตสมาคมแพทย์โรคหัวใจแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์โดยมีสัดส่วนของผู้สอน 1 คนต่อผู้เรียนไม่เกิน 6 คน และอุปกรณ์การสอน 1 ชุด (AED trainer และหุ่นฝึก CPR) ต่อผู้เรียนไม่เกิน 6 คน ดังนั้นจากนักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 1 จำนวน 255 คน งานวิจัยนี้จึงต้องจัดการอบรมเป็น 2 รอบตามบริบททรัพยากรที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยในแต่ละรอบผู้วิจัยจะจัดให้ทั้ง 4 กลุ่มได้รับการอบรมในช่วงเวลาเดียวกัน สถานที่เดียวกันและไม่อนุญาตให้ผู้เรียนและครูผู้สอนใช้อุปกรณ์การสอนจากกลุ่มอื่นมาเข้าร่วมสอนกับกลุ่มของตนเอง โดยมีการจัดการอบรมขึ้นในวันที่ 19 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2560 แบ่งเป็น 2 รอบ คือ รอบเช้าและรอบบ่าย สำหรับนักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 1 จำนวน 255 คน และครูผู้สอนการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐานในงานวิจัยนี้จะต้องมีคุณสมบัติ คือ ไม่ใช่ผู้ร่วมวิจัย มีใบรับรองการเป็นครูผู้สอนการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐานสำหรับบุคลากรทางการแพทย์ (BLS instructor) หรือมีใบรับรองการเป็นครูผู้สอนการช่วยชีวิตขั้นสูง (ACLS instructor) ตามมาตรฐานของชมรมคณะกรรมการมาตรฐานการช่วยชีวิตสมาคมแพทย์โรคหัวใจแห่งประเทศไทยในพระบรม

ราชบุตัมภ์หรือมาตรฐานของสมาคมแพทย์โรคหัวใจแห่งประเทศไทยสหรัฐอเมริกา (american heart association)

การศึกษานี้มีการบันทึกข้อมูลเพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ดังนี้ ลักษณะทั่วไปของประชากรตัวอย่าง ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา โรคประจำตัว ประสบการณ์การอบรมการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐาน ประสบการณ์การช่วยชีวิตขั้นพื้นฐานแก่ผู้ป่วยจริง ส่วนของผลสอบภาคทฤษฎี ได้แก่ ข้อสอบภาคทฤษฎีตามมาตรฐานของสมาคมแพทย์โรคหัวใจแห่งประเทศไทย โดยประชากรตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม จะได้สอบข้อสอบชุดเดียวกัน ภายในห้องสอบเดียวกันและช่วงเวลาเดียวกันข้อสอบมีทั้งหมด 20 ข้อ ซึ่งการวิจัยนี้จะนำผลสอบภาคทฤษฎีมาวิเคราะห์เพียง 3 ส่วนได้แก่ 1) ส่วนที่เกี่ยวกับการ CPR 5 ข้อ 2) ส่วนที่เกี่ยวกับการใช้เครื่อง AED 4 ข้อ และ 3) คะแนนรวมของส่วนที่เกี่ยวกับการ CPR และการใช้เครื่อง AED รวม 9 ข้อ ส่วนของผลสอบภาคปฏิบัติ โดยประชากรตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม จะได้รับการสอบกับครูผู้สอนการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐานท่านอื่นเพื่อให้ได้สอบกับครูผู้สอนท่านเดิมและจะต้องสอบการใช้เครื่อง AED ด้วย AED trainer ของบริษัทอื่นเพื่อให้ได้สอบกับเครื่องที่ได้อบรมมา ซึ่งข้อสอบภาคปฏิบัติตามมาตรฐานของสมาคมแพทย์โรคหัวใจแห่งประเทศไทย มีทั้งหมด 20 ข้อ ประกอบด้วย ส่วนที่เกี่ยวกับการ CPR 7 ข้อ ส่วนที่เกี่ยวกับการใช้เครื่อง AED 6 ข้อ และส่วนที่เกี่ยวกับความรู้การช่วยชีวิตขั้นพื้นฐานอื่นๆ อีก 7 ข้อ มีเกณฑ์ให้คะแนนตามการปฏิบัติคือ ปฏิบัติถูกต้อง 2 คะแนน ปฏิบัติแต่ไม่ถูกต้อง 1 คะแนน และไม่ปฏิบัติ 0 คะแนน มีคะแนนเต็ม 40 คะแนน โดยนำคะแนนที่ได้มาประกอบการพิจารณาประสิทธิภาพในการปฏิบัติ (performance) เพื่อให้ผลสอบผ่านหรือไม่ผ่าน แต่การวิจัยนี้จะนำผลสอบภาคปฏิบัติมาวิเคราะห์ 3 ส่วนได้แก่ 1. ส่วนที่เกี่ยวกับการ CPR 7 ข้อ (เต็ม 14 คะแนน) 2.ส่วนที่เกี่ยวกับการใช้เครื่อง AED 6 ข้อ (เต็ม 12 คะแนน) และ 3.คะแนนรวมของส่วนที่เกี่ยว

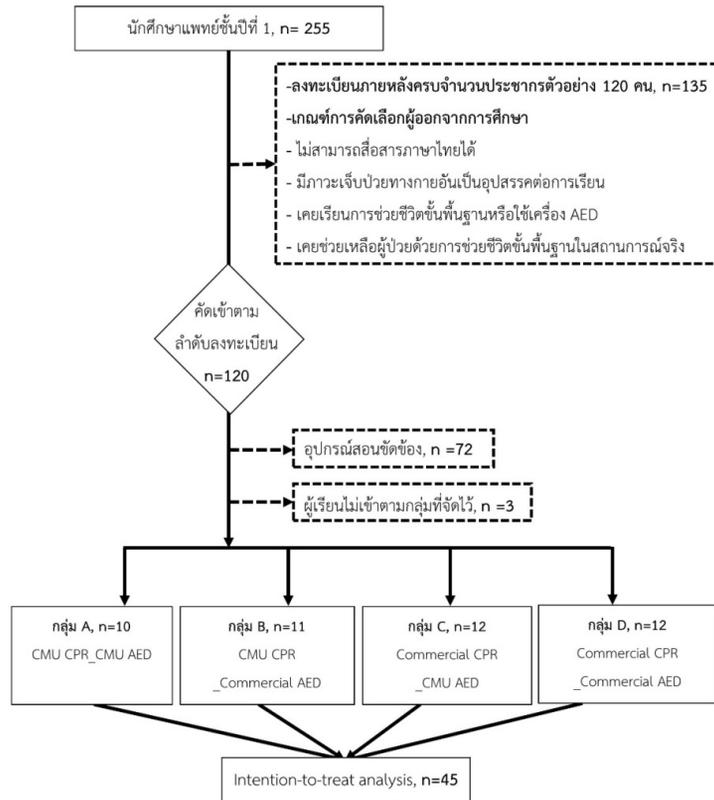
กับการ CPR และการใช้เครื่อง AED รวม 13 ข้อ (เต็ม 26 คะแนน) โดยข้อมูลทั้งหมดจะนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ ผลสอบภาคทฤษฎีและปฏิบัติรวมส่วนที่เกี่ยวกับการ CPR และการใช้เครื่อง AED

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

ขนาดตัวอย่างประชากรเนื่องจากไม่เคยมีการศึกษาเช่นนี้มาก่อน การศึกษานี้จึงเป็นงานวิจัยนำร่องเพื่อทดสอบสมมติฐานเปรียบเทียบผลลัพธ์ของกลุ่มตัวอย่างที่ถูกแบ่งเป็น 4 กลุ่ม จึงกำหนดให้มีกลุ่มขนาดตัวอย่างกลุ่มละ 30 คน จึงใช้กลุ่มประชากรตัวอย่างทั้งหมด 120 คน และใช้สถิติเชิงพรรณนาแสดงลักษณะทั่วไปและผลสอบของประชากรตัวอย่าง ได้แก่ จำนวนร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามัธยฐานและเปอร์เซ็นต์ไทล์ และใช้สถิติทดสอบสมมติฐานเปรียบเทียบผลลัพธ์การอบรมด้วยค่ากลางที่เหมาะสมตามการกระจายข้อมูล (independent samples nonparametric hypothesis test) ซึ่งกำหนดให้ค่า  $p < 0.05$  โดยใช้โปรแกรม SPSS version 23.0

#### ผลการศึกษา

นักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 1 จำนวน 255 คน ลงทะเบียนเข้าอบรมและเข้าได้กับเกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการศึกษาจนครบกลุ่มประชากรตัวอย่าง 120 คน เมื่อเริ่มการอบรมด้วยอุปกรณ์สอนที่นำมาวิจัยได้พบปัญหาอุปกรณ์อบรมขัดข้อง ซึ่งได้จำนวนกลุ่มประชากรตัวอย่างกลุ่มละ 12 คน แต่พบผู้เรียนไม่เข้าตามกลุ่มที่จัดไว้จึงถูกคัดออกอีก 3 คน ทำให้เหลือกลุ่มประชากรตัวอย่างของกลุ่ม A, B, C และ D คือ 10, 11, 12 และ 12 คนตามลำดับ รวม 45 คน ที่นำมาใช้วิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้เพราะต้องการคงผลลัพธ์การอบรมตามกลุ่มที่ได้กำหนดไว้ตั้งแต่แรกเพื่อนำผลลัพธ์ได้มาวิเคราะห์แบบ Intention - to - treat analysis (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 ผังรูปแบบงานวิจัย n, จำนวนประชากร; AED, เครื่องฟื้นคืนคลื่นหัวใจด้วยไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ; CMU CPR, Chiang Mai Manikin; CMU AED, Chiang Mai AED Trainer; Commercial CPR, หุ่นฝึก CPR บริษัทอื่น ; Commercial AED, AED Trainer บริษัทอื่น

ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างละกลุ่มมีความแตกต่างกันของเพศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่ามัธยฐานของอายุเท่ากับ 18 ปีเท่ากันทั้ง 4 กลุ่มและมีค่าเฉลี่ยของอายุไม่แตกต่างกันตามนัยสำคัญทางสถิติพบว่า ประชากรตัวอย่างทุกคนสำเร็จการศึกษาระดับ

มัธยมศึกษา ไม่มีโรคประจำตัวที่เป็นอุปสรรคต่อการอบรมการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐาน ไม่เคยอบรมการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐานและไม่เคยช่วยชีวิตขั้นพื้นฐานในสถานการณ์จริงมาก่อนหน้านี้ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ลักษณะทั่วไปของประชากรตัวอย่าง

ลักษณะทั่วไป	กลุ่ม A n = 10	กลุ่ม B n = 11	กลุ่ม C n = 12	กลุ่ม D n = 12	p - value
เพศชาย (ร้อยละ)	7 (70)	6 (54.5)	4 (33.3)	1 (8.3)	< 0.01
อายุ; ค่าเฉลี่ยปี (มัธยฐานปี)	18.3 (18)	18.4 (18)	18.6 (18)	18.3 (18)	0.8
ระดับมัธยมศึกษา (ร้อยละ)	10 (100)	11 (100)	12 (100)	12 (100)	1.0
ไม่มีโรคประจำตัว (ร้อยละ)	10 (100)	11 (100)	12 (100)	12 (100)	1.0
ไม่เคยอบรม BLS (ร้อยละ)	10 (100)	11 (100)	12 (100)	12 (100)	1.0
ไม่เคยช่วย BLS จริง (ร้อยละ)	10 (100)	11 (100)	12 (100)	12 (100)	1.0

กลุ่ม A อบรมด้วย Chiang Mai manikin ร่วมกับ Chiang Mai AED trainer/ กลุ่ม B อบรมด้วย Chiang Mai manikin ร่วมกับ AED trainer ของบริษัทอื่น/ กลุ่ม C อบรมด้วย หุ่นฝึก CPR ของบริษัทอื่นร่วมกับ Chiang Mai AED trainer/ กลุ่ม D อบรมด้วย หุ่นฝึก CPR ของบริษัทอื่นร่วมกับ AED trainer ของบริษัทอื่น; BLS: การช่วยชีวิตขั้นพื้นฐาน

ผลสอบภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติของประชากร ตัวอย่างทั้งส่วนที่เกี่ยวข้องกับการ CPR การใช้เครื่อง AED และคะแนนรวมทั้ง 4 กลุ่ม มีการกระจายข้อมูลแบบ เบ้ขวา (ภาคผนวกที่ 01 - 04) จึงใช้ค่ามัธยฐานเป็น ค่ากลางในการทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบตาม ด้วยเครื่องมือ Independent - Samples Kruskal - Wallis Test พบว่า ผลสอบภาคทฤษฎีทั้งส่วนที่เกี่ยวข้องกับ CPR, AED และคะแนนรวม CPR และ AED ทั้ง 4 กลุ่ม

ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.5, 0.1$  และ  $0.8$  ตามลำดับ) แต่พบว่า ผลสอบภาคปฏิบัติทั้งส่วน ที่เกี่ยวข้องกับการ CPR, AED และคะแนนรวม CPR และ AED ทั้ง 4 กลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.03, < 0.01$  และ  $< 0.01$  ตามลำดับ) (ตารางที่ 2) (แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในภาคผนวก ที่ 05) โดยกลุ่มที่ใช้ Chiang Mai manikin ร่วมกับ Chiang Mai AED trainer มีคะแนนที่สูงกว่า

ตารางที่ 2 ค่ามัธยฐาน (เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25, 75) ของคะแนนสอบของแต่ละกลุ่มประชากรตัวอย่าง

ส่วนที่ประเมิน	กลุ่ม A n = 10	กลุ่ม B n = 11	กลุ่ม C n = 12	กลุ่ม D n = 12	p - value
ภาคทฤษฎีส่วนที่เกี่ยวข้องกับการ CPR, เต็ม 5 คะแนน	5 (4, 5)	5 (4, 5)	5 (5, 5)	5 (4.3, 5)	0.5
ภาคทฤษฎีส่วนที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่อง AED, เต็ม 4 คะแนน	4 (4, 4)	4 (3, 4)	4 (4, 4)	4 (4, 4)	0.1
ภาคทฤษฎีรวม CPR และ AED, เต็ม 9 คะแนน	9 (8, 9)	9 (7, 9)	9 (8, 9)	9 (8.3, 9)	0.8
ภาคปฏิบัติส่วนที่เกี่ยวข้องกับการ CPR, เต็ม 14 คะแนน	14 (14, 14)	14 (14, 14)	13.5 (11.3, 14)	14 (13.3, 14)	0.03
ภาคปฏิบัติส่วนที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่อง AED, เต็ม 12 คะแนน	12 (12, 12)	11 (9, 12)	11 (10, 11.8)	11 (10, 11.8)	< 0.01
ภาคปฏิบัติรวม CPR และ AED, เต็ม 26 คะแนน	26 (26, 26)	25 (23, 26)	23.5 (22.3, 25)	24 (24, 3.8)	< 0.01
รวมภาคทฤษฎีและปฏิบัติ CPR และ AED, เต็ม 35 คะแนน	35 (34, 35)	33 (31, 35)	32.5 (30.5, 33.8)	33 (30, 33.8)	0.01

กลุ่ม A อบรมด้วย Chiang Mai manikin ร่วมกับ Chiang Mai AED trainer/ กลุ่ม B อบรมด้วย Chiang Mai manikin ร่วมกับ AED trainer ของบริษัทอื่น/ กลุ่ม C อบรมด้วย หุ่นฝึก CPR ของบริษัทอื่นร่วมกับ Chiang Mai AED trainer/ กลุ่ม D อบรมด้วย หุ่นฝึก CPR ของบริษัทอื่นร่วมกับ AED trainer ของบริษัทอื่น; CPR: การช่วยชีวิตด้วยการกดหน้าอกเปิดทางเดินหายใจและช่วยหายใจ; AED: เครื่องฟื้นคืนคลื่นหัวใจด้วยไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ

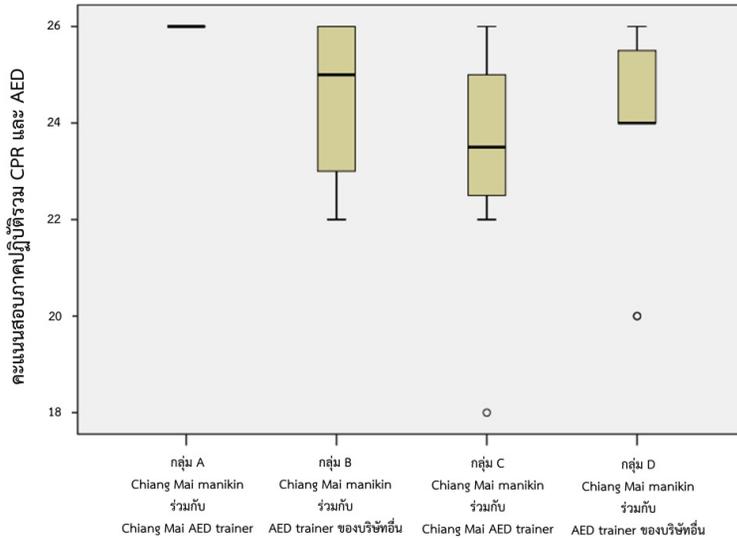
จากผลสอบภาคปฏิบัติรวม CPR และ AED ทั้ง 4 กลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติพบว่า กลุ่ม A ที่อบรมด้วย Chiang Mai manikin ร่วมกับ Chiang Mai AED trainer มีคะแนนค่ามัธยฐาน (เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25, 75) สูงที่สุดคือ 26 (26, 26) คะแนนและกลุ่ม C ที่อบรม ด้วย หุ่นฝึก CPR ของบริษัทอื่นร่วมกับ Chiang Mai AED

trainer มีคะแนนค่ามัธยฐาน (เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25, 75) ต่ำ ที่สุดคือ 23.5 (22.25, 25) คะแนน (รูปที่ 2) จึงได้ทำการ วิเคราะห์แยกกลุ่มย่อยเพื่อเปรียบเทียบสมมติฐานเพิ่มเติมโดยไม่นำกลุ่ม A มาร่วมวิเคราะห์พบว่า ผลการสอบ ทุกรูปแบบของ 3 กลุ่มคือ กลุ่ม B, C และ D ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบผลสอบของ 3 กลุ่มประชากรตัวอย่าง (กลุ่ม B, C, D)

	p - value
ภาคทฤษฎีส่วนที่เกี่ยวข้องกับการ CPR	0.5
ภาคทฤษฎีส่วนที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่อง AED	0.2
ภาคทฤษฎีรวม CPR และ AED	0.6
ภาคปฏิบัติส่วนที่เกี่ยวข้องกับการ CPR	0.1
ภาคปฏิบัติส่วนที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่อง AED	1.0
ภาคปฏิบัติรวม CPR และ AED	0.4
รวมภาคทฤษฎีและปฏิบัติ CPR และ AED	0.7

CPR: การช่วยชีวิตด้วยการกดหน้าอกเปิดทางเดินหายใจและช่วยหายใจ;  
AED: เครื่องฟื้นคืนคลื่นหัวใจด้วยไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ;



รูปที่ 2 แผนภูมิกล่องแสดงคะแนนสอบภาคปฏิบัติรวม CPR และ AED

(กลุ่ม A อบรมด้วย Chiang Mai manikin ร่วมกับ Chiang Mai AED trainer/ กลุ่ม B อบรมด้วย Chiang Mai manikin ร่วมกับ AED trainer ของบริษัทอื่น/ กลุ่ม C อบรมด้วย หุ่นฝึก CPR ของบริษัทอื่นร่วมกับ Chiang Mai AED trainer/ กลุ่ม D อบรมด้วย หุ่นฝึก CPR ของบริษัทอื่นร่วมกับ AED trainer ของบริษัทอื่น; CPR: การช่วยชีวิตด้วยการกดหน้าอกเปิดทางเดินหายใจและช่วยหายใจ; AED: เครื่องฟื้นคืนคลื่นหัวใจด้วยไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ)

### อภิปรายผล

จากการศึกษาพบว่า การใช้ Chiang Mai AED trainer และ Manikin มีผลต่อผลการเรียนทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติไม่แตกต่างจากหุ่นและอุปกรณ์ AED ฝึกหัดที่ใช้กันอยู่ทั่วไป เนื่องจากอุปกรณ์ดังกล่าวได้สร้างขึ้นภายใต้มาตรฐานของการสร้างหุ่นและ AED ฝึกหัด โดยผู้ผลิตได้นำข้อดี ข้อเสียของอุปกรณ์ต่างๆ มาประยุกต์เพื่อจะทำให้อุปกรณ์การฝึกที่ดีและแก้ปัญหาที่อุปกรณ์รุ่นที่มีในท้องตลาดไม่มี คือ สามารถบอกความเร็วของการกดหน้าอกได้ บอกความถูกต้องของระยะเวลาการช่วยหายใจและบอกว่าหยุดการกดหน้าอกเกิน 10 วินาที นอกจากนี้ยังพบว่า หากนำเพียงหุ่นหรือ AED ไปใช้ในการฝึกร่วมกับอุปกรณ์ที่มีในท้องตลาดก็ไม่ได้ทำให้ประสิทธิภาพการเรียนลดลง แต่เนื่องจากการศึกษานี้เป็นเพียงการศึกษาเพื่อทดลองประสิทธิภาพของที่สร้างขึ้นใหม่จึงไม่มีวิจัยเดิมในการเปรียบเทียบอย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของอุปกรณ์ได้รับการทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาก่อนทำการทดลองในผู้ใช้จริงแล้ว<sup>13,14</sup>

เมื่อวิเคราะห์แยกกลุ่มผลการทดสอบ ผลสอบภาคทฤษฎีทั้ง 4 กลุ่ม มีความไม่แตกต่างกันตามสมมติฐานเนื่องจากข้อสอบภาคทฤษฎีเป็นการทดสอบเชิงองค์

ความรู้มากกว่าเชิงทักษะซึ่งอุปกรณ์การอบรมทั้ง 4 กลุ่ม จะเน้นการให้ความรู้เชิงทักษะมากกว่า ส่วนผลสอบภาคปฏิบัติทั้ง 4 กลุ่มพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่ากลุ่มที่อบรมด้วย Chiang Mai AED trainer และ Chiang Mai manikin มีผลคะแนนสูงที่สุด แต่อีก 3 กลุ่ม มีความไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับตนเอง อย่างไรก็ตามผู้วิจัยออกแบบงานวิจัยนี้มาเพื่อทดสอบว่า Chiang Mai AED trainer และ Chiang Mai manikin มีประสิทธิภาพไม่ด้อยกว่าเครื่องมือของบริษัทอื่นที่ได้ยอมรับในการอบรมในปัจจุบัน ไม่ได้ออกแบบมาเพื่อทดสอบว่า Chiang Mai AED trainer และ Chiang Mai manikin มีประสิทธิภาพเหนือกว่าอุปกรณ์อื่นหรือไม่ จึงไม่สามารถยืนยันผลงานวิจัยนี้ได้ นอกจากนี้ขนาดตัวอย่างยังมีจำนวนน้อยจึงมีอำนาจทดสอบไม่เพียงพอ การศึกษานี้เป็นการศึกษาที่ใช้นักศึกษาแพทย์ซึ่งเป็นนักศึกษาแพทย์ที่เข้าใหม่เพียง 3 เดือน ซึ่งยังไม่ได้เรียนรู้เรื่องใดเพิ่มเติมในการเป็นแพทย์ ความรู้จึงไม่แตกต่างกับประชาชนทั่วไป ดังนั้นการใช้อุปกรณ์นี้จึงสามารถนำไปประยุกต์กับประชาชนทั่วไปที่มีการศึกษาระดับอุดมศึกษาและมีความสนใจด้านนี้ได้ อย่างไรก็ตามยังมีความจำเป็นต้องใช้ผู้สอนที่มีประสบการณ์ในการสอนจึง

จะได้ผลของการสอนที่เท่าเทียมกัน พบว่า อุปกรณ์ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปสอนได้จริงและก่อให้เกิดการเรียนรู้ซึ่งอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นนี้มีราคาที่ถูกกว่าในท้องตลาดประมาณ 15 - 20 เท่า ดังนั้นหากอุปกรณ์นี้ได้มีการผลิตขึ้นและนำไปใช้จริง น่าจะทำให้เกิดประโยชน์ในการเรียนการสอนด้านการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐาน ทำให้มีการสอนที่แพร่หลายขึ้นเนื่องจากราคาอุปกรณ์การสอนที่ถูกและมีความสมจริง รวมถึงสามารถบอกผลลัพธ์ของการปฏิบัติได้

การศึกษานี้พบข้อจำกัดบางประการ ได้แก่ จำนวนอาสาสมัครน้อยกว่าที่คาดไว้เนื่องจากข้อผิดพลาดทางเทคนิคของอุปกรณ์ แต่หากผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขเครื่องมือและจัดการอบรมเพิ่มเพื่อให้ได้จำนวนกลุ่มประชากรตัวอย่างตามที่ต้องการก็ไม่สามารถใช้นักศึกษาแพทย์รุ่นนี้ได้อีกเพราะทุกคนได้ผ่านการอบรมการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐานแล้วและต้องรอทำการศึกษาก่อนในปีการศึกษาหน้าแทน หลักสูตรที่กำหนดการทดลองนี้เป็นหลักสูตรที่มีมาตรฐาน ดังนั้นในการสอนรูปแบบอื่นจึงไม่สามารถทราบได้ว่าจะมีประสิทธิภาพหรือไม่ ในอนาคตควรทำการนำผลลัพธ์จากงานวิจัยนี้ไปใช้คำนวณกลุ่มประชากรตัวอย่างเพื่อใช้ในการวิจัยทดสอบประสิทธิภาพของเครื่อง Chiang Mai AED trainer และ Chiang Mai manikin ในประชาชนทั่วไปและหลังจากการแก้ไขปัญหาของอุปกรณ์ที่พบจากการวิจัยนี้จะสามารถนำเครื่องมือดังกล่าวไปใช้ในการอบรมการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐานตามมาตรฐานของประเทศไทยได้

ผลสอบภาคทฤษฎีการอบรมการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐานด้วยเครื่อง Chiang Mai AED trainer และ Chiang Mai manikin ไม่แตกต่างกับเครื่องมือของบริษัทอื่น แต่มีความแตกต่างในผลสอบภาคปฏิบัติ โดยกลุ่มที่อบรมด้วยเครื่อง Chiang Mai AED trainer ร่วมกับ Chiang Mai manikin มีผลสอบปฏิบัติสูงที่สุด ภายหลังจากการแก้ไขปัญหาของอุปกรณ์ที่พบจากการวิจัยนี้จะสามารถนำเครื่องมือดังกล่าวไปใช้ในการอบรมการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐานตามมาตรฐานของประเทศไทยได้ต่อไป

**ผลประโยชน์ทับซ้อน:** ไม่มี

**แหล่งเงินทุนสนับสนุน:** คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (หมายเลขทุน 140 - 2560)

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาเวชศาสตร์ฉุกเฉิน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สำหรับทุนงานวิจัย (หมายเลขทุน 140 - 2560) และการจัดการอบรมการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐาน ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ หน่วยงานการนักศึกษาแพทย์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สำหรับการจัดการอบรมการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐาน ขอขอบคุณ แพทย์หญิงพลอยรุ่ง เวชพาณิชย์ สำหรับการประสานต่างในทุกๆ ด้านและสุดท้ายขอขอบคุณบริษัท Zoll, Alcotec, Heartsine, Cardiac science, Philips and Nihon Kohden ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้ยืมเครื่อง AED trainer มาใช้ในการจัดการอบรมการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐาน

## เอกสารอ้างอิง

1. Kleinman ME, Brennan EE, Goldberger ZD, Swor RA, Terry M, Bobrow BJ, et al. Part 5: Adult basic life support and cardiopulmonary resuscitation quality: 2015 American Heart Association guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation* 2015;132(18 Suppl 2):S414-35.
2. National Statistical Office. Number of deaths by cause of death and sex across the Kingdom of Thailand, 2007-2014 [Internet]. Bureau of International Health, Ministry of Public Health, Thailand; 2014 [cited 2017 Feb 1]. Available from: <http://service.nso.go.th/nso/web/statseries/statseries09.html>
3. National Institute of Emergency Medical. ITEM3 16 Event type 2012-2017 [Internet]. 2017 [cited 2017 Feb 1]. Available from: [https://ws.niems.go.th/ITEMS\\_DWH/report016.aspx](https://ws.niems.go.th/ITEMS_DWH/report016.aspx)
4. Kronick SL, Kurz MC, Lin S, Edelson DP, Berg RA, Billi JE, et al. Part 4: Systems of care and continuous quality improvement: 2015 American Heart Association guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation* 2015;132(18 Suppl 2):S397-413.
5. Chan PS, McNally B, Tang F, Kellermann A. Recent trends in survival from out-of-hospital cardiac arrest in the United States. *Circulation* 2014;130:1876-82.
6. National Institute Emergency Medicine. Announcement of the National Institute Emergency Medicine service commission subject: The use of an automated external defibrillator as first aid machine [Internet]. 2015 [cited 2017 Feb 14]. Available from: <https://www.niems.go.th/1/Ebook/Detail/783?group=10>.

7. Bhanji F, Donoghue AJ, Wolff MS, Flores GE, Halamek LP, Berman JM, et al. Part 14: Education: 2015 American Heart Association guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation* 2015;132(18 Suppl 2):S561-73.
8. Lee JH, Cho Y, Kang KH, Cho GC, Song KJ, Lee CH. The effect of the duration of basic life support training on the learners' cardiopulmonary and automated external defibrillator skills. *Biomed Res Int* [Internet]. 2016 [cited 2017 Feb 1];2016:2420568. Available form: <https://downloads.hindawi.com/journals/bmri/2016/2420568.pdf>
9. Yeung J, Davies R, Gao F, Perkins GD. A randomised control trial of prompt and feedback devices and their impact on quality of chest compressions—a simulation study. *Resuscitation* 2014;85:553-9.
10. Wee JC, Nandakumar M, Chan YH, Yeo RS, Kaur K, Anantharaman V, et al. Effect of using an audiovisual CPR feedback device on chest compression rate and depth. *Ann Acad Med Singap* 2014;43:33-8.
11. Cheng A, Brown LL, Duff JP, Davidson J, Overly F, Tofil NM, et al. Improving cardiopulmonary resuscitation with a CPR feedback device and refresher simulations (CPR CARES Study): a randomized clinical trial. *JAMA Pediatr* 2015;169:137-44.
12. Fischer H, Gruber J, Neuhold S, Frantal S, Hochbrugger E, Herkner H, et al. Effects and limitations of an AED with audiovisual feedback for cardiopulmonary resuscitation: a randomized manikin study. *Resuscitation* 2011;82:902-7.
13. Sutham K, Laosuksri W, Wittayachamnankul B, Chenthanakij B, Rangsi W, Pongvuthitham R, et al. Innovative Chiang Mai manikin trainer for basic life support training. *CDEM J* 2020;1(2):13-22.
14. Laosuksri W, Chenthanakij B, Rangsi W, Pongvuthitham R, Rungsiyakull C, Sucharitakul T, et al. Development controller and feedback of Chiang Mai automated external defibrillation trainer and manikin for basic life support training. *Chaing Mai Med J* 2021;60: 87-97.