การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองเรื่อง การทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์
Development and Effectiveness of the Defibrillator Experiment Set

ปรียา อนุพงษ์องอาจ* และ ธวัช แก้วกัณฑ์
Preya Anupongongarch* and Thawat Kaewgun

วิทยาลัยวิศวกรรมชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต
College of Biomedical Engineering, Rangsit University
**Corresponding author, E-mail: preya.a@rsu.ac.th, โทร. 086-4071672*
วันที่ส่งบทความ 13 กุมภาพันธ์ 2562 วันที่แก้ไขครั้งสุดท้าย 15 มีนาคม 2562
วันที่ตอบรับบทความ 19 มีนาคม 2562 วันที่เผยแพร่ออนไลน์ 1 กรกฎาคม 2562

บทคัดย่อ

ในการวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองเรื่องการทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์ โดยอาศัยหลักการของภาวะเวนตริคูลาร์ฟิบริลเลชั่น การทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์และวงจรทวีแรงดัน ผลการวิจัยพบว่า ชุดทดลองเรื่องการทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์นี้สามารถเลือกระดับพลังงานได้ ตัวเครื่องประกอบไปด้วย วงจรชาร์จแบตเตอรี่ วงจรกำเนิดความถี่ วงจรความต่างศักย์สูง วงจรสวิทช์ควบคุมการชาร์จและดิสชาร์จตัวเก็บประจุ และความต้านทานทรวงอกจำลองของผู้ป่วย ในส่วนของการทดลองพลังงานที่จ่ายให้ผู้ป่วย ใช้ออสซิลโลสโคปในการวัดค่าความต่างศักย์เพื่อนำมาคำนวณหาค่าพลังงานได้ การหาค่าประสิทธิภาพของชุดทดลองและการศึกษาระดับความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลองนี้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรมชีวการแพทย์ ที่ลงทะเบียนรายวิชา BME 355 ปฏิบัติการอุปกรณ์การแพทย์ 2 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 39 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS พบว่า

1. ประสิทธิภาพของชุดทดลองเรื่องการทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์ มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.72 และค่าประสิทธิภาพของชุดทดลอง เท่ากับ 77.3/82.1

2. การศึกษาระดับความพึงพอใจต่อชุดทดลองเรื่องการทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์ พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.659 แสดงว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการใช้ชุดทดลองนี้ อยู่ในระดับพอใจมาก

คำสำคัญ: *เครื่องดีฟิบริลเลเตอร์, ภาวะเวนตริคูลาร์ฟิบริลเลชั่น*

Abstract

The purposes of the study were to development and find effectiveness of the defibrillator experiment set by applying the principle of ventricular fibrillation, principles of defibrillator and voltage multiplied circuit. The research found that defibrillator experiment set can choose the power

level. The experiment set consisted of battery charger, frequency generator circuit, high voltage circuit, controlled switch circuit for charging and discharging capacitor and patient's load. On the part of the transferring energy to patient which used an oscilloscope to measure the potential difference in order to calculate in energy term. Besides, the effectiveness of the experimental kit was studied through students' satisfaction. The subjects included 39 biomedical engineering students who registered in the course Biomedical Devices Laboratory (BME 355) in the second semester of the academic year 2017, selected by purposive sampling technique. The obtained data were analyzed in terms of percentage, average and standard deviation by SPSS statistical packages.

The findings of the study were as the followings:

1. in terms of effectiveness of the experimental set used in the course, it was found that the effectiveness index was 0.72 and the efficiency of experiment set was 77.3/82.1;

2. the mean scores and standard deviation of students' opinions toward the defibrillator experiment set were found to be 4.30 and 0.659 respectively which showed that the students were very satisfied with the developed experiment set.

Keywords: *Defibrillator, Ventricular Fibrillation*

บทนำ

คณะวิศวกรรมชีวการแพทย์ได้จัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับการนำเอาเทคโนโลยีและไฟฟ้ามาผนวกกับวิทยาศาสตร์ทางด้านการแพทย์ โดยนักศึกษาจะต้องเรียนรู้ทฤษฎีและการปฏิบัติ สำหรับในการเรียนวิชาปฏิบัติการนั้นจำเป็นต้องให้นักศึกษาได้มีการปฏิบัติหรือทดลองจริง เพื่อทำให้กระบวนการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยนักศึกษาจะได้นำเอาปรากฏการณ์ที่สังเกตได้ หรือต้องการศึกษาเข้ามาสู่ห้องทดลองหรือห้องปฏิบัติการและดำเนินการทดลองเพื่อที่จะตอบคำถามที่ต้องการทราบ โดยความน่าเชื่อถือของการทดลองเป็นเรื่องที่สำคัญมาก การทดลองที่มีความน่าเชื่อถือสูงจะต้องประกอบด้วยการใช้เครื่องมือในการวัดข้อมูลที่เหมาะสม มีความละเอียดเพียงพอ มีการดำเนินวิธีการทดลองที่รอบคอบ มีการนำผลการทดลองมาวิเคราะห์และสังเคราะห์ได้อย่างเหมาะสม และถูกต้องแม่นยำ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือปฏิบัติการที่มีประสิทธิภาพ (สุนันท์ สังข์อ่อง, 2526) เพื่อรองรับและสนับสนุนการเรียนการสอน

วิชา BME 350 อุปกรณ์ชีวการแพทย์ และ วิชา BME 355 ปฏิบัติการอุปกรณ์การแพทย์ 2 เป็นวิชาที่เรียนเกี่ยวกับอุปกรณ์สำหรับตรวจวินิจฉัยทางการแพทย์ อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ อุปกรณ์สำหรับบำบัดรักษาและอุปกรณ์อื่นๆที่ใช้เทคโนโลยีทางการแพทย์ โดยนักศึกษาจะได้ทำปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับส่วนประกอบ หน้าที่หลักการทำงานและวงจรไฟฟ้าของแต่ละส่วนประกอบ อุปกรณ์เสริม วิธีติดตั้งและประกอบเครื่อง วิธีใช้งาน ความปลอดภัยและปัจจัยเสี่ยงในการใช้งานของเครื่องมือแพทย์ (คู่มือการศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยรังสิต, 2559)

สำหรับรายวิชา BME 350 อุปกรณ์ชีวการแพทย์ และ วิชา BME 355 ปฏิบัติการอุปกรณ์การแพทย์ 2 เครื่องมือทางการแพทย์ที่สำคัญมากชนิดหนึ่งที่นักศึกษาและบุคลากรทางจากแพทย์จำเป็นต้องเรียนคือ เครื่องดีฟิบริลเลเตอร์ (Defibrillator) หรือเครื่องกระตุกหัวใจด้วยไฟฟ้า เพราะเป็นเครื่องที่ต้องใช้ในการช่วยเหลือชีวิตผู้ป่วยที่มีความ

ผิดปกติของการเต้นของหัวใจผิดจังหวะหรือสั่นพลิ้ว (Fibrillation) ในภาวะที่ผู้ป่วยเป็นอันตรายถึงชีวิตคือ ภาวะเวนทริคูลาร์ฟิบริลเลชัน (Ventricular Fibrillation) หรือภาวะหัวใจห้องล่างเต้นแผ่วระรัว และเวนทริคูลาร์แทคีคาร์เดีย (Ventricular Tachycardia) หรือภาวะหัวใจห้องล่างเต้นเร็วผิดปกติ โดยกราฟไฟฟ้าหัวใจในภาวะเวนตริคูลาร์ฟิบริลเลชั่นแสดงได้ดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 แสดงกราฟไฟฟ้าหัวใจในภาวะเวนตริคูลาร์ฟิบริลเลชั่น

โดยสภาวะที่หัวใจเต้นผิดจังหวะหรือสั่นพริ้วนี้ สามารถให้การรักษาโดยการช็อกไฟฟ้าเพื่อกระตุกหัวใจ โดยใช้กระแสไฟฟ้าหยุดรูปแบบการเต้นของหัวใจที่ผิดจังหวะ เพื่อเปิดโอกาสให้หัวใจกลับมาเต้นใหม่ในจังหวะที่ถูกต้อง (Kerber et.al., 1997)

หลักการทำงานโดยทั่วไปของเครื่องดีฟริบริลเลเตอร์นี้คือ ทำการเก็บประจุไว้ในตัวเก็บประจุ และปล่อยพลังงานที่เก็บไว้ผ่านขั้วไฟฟ้าและทรวงอกของผู้ป่วยเพื่อกระตุกกล้ามเนื้อหัวใจให้กลับมาทำงานตามปกติ อัตราความสำเร็จของการกระตุกหัวใจจะขึ้นอยู่กับค่าพลังงานหรือกระแสไฟฟ้าที่สามารถผ่านทรวงอกไปยังกล้ามเนื้อหัวใจ สำหรับพลังงานที่เก็บไว้ในเครื่องกระตุกหัวใจเท่ากัน จะมีผลในการกระตุกหัวใจผู้ป่วยแต่ละคนแตกต่างกัน เพราะความต้านทานทรวงอกต่างกัน โดยพลังงานที่ใช้ในการกระตุกหัวใจจะอยู่ระหว่าง 100-400 จูล กระตุกหัวใจจะเป็นพัลส์สั้นๆ โดยมีเวลาปล่อยพลังงานอยู่ในช่วง 4-30 มิลลิวินาที กระแสไฟฟ้าสูงสุดประมาณ 60 แอมแปร์ และแรงดันไฟฟ้าสูงสุดประมาณ 4,000 โวลต์ (ธวัช แก้วกัณฑ์, 2557) ด้วยสาเหตุนี้เครื่องดีฟริบริลเลเตอร์หรือเครื่องกระตุกหัวใจด้วยไฟฟ้าจะต้องมีความแม่นยำและเที่ยงตรงของพลังงานที่ปล่อยออกจากตัวเครื่อง ดังนั้นเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์จึงเป็นเครื่องมือทางการแพทย์ที่มีความสำคัญมากที่ต้องการการดูแลและการใช้งานที่ถูกต้อง การเข้าใจถึงหลักการทำงานของเครื่อง จะทำให้การดูแลรักษาและการใช้งานเครื่องได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ในการอบรมให้กับบุคลากรทางการแพทย์ จะพบว่ามีการอบรมเรื่องการใช้งานและการดูแลรักษาเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์อย่างถูกวิธี ให้กับบุคลากรทางการแพทย์อยู่เสมอ และมีการเรียนการสอนเกี่ยวกับเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์อยู่ในมหาวิทยาลัยทุกแห่งที่เปิดการสอนทางด้านวิศวกรรมทางการแพทย์

สำหรับการเรียนการสอนและการอบรมเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์ในคณะวิศวกรรมชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต ทำได้เพียงนำเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์เก่าที่ได้มาบริจาคมาจากทางโรงพยาบาลมาใช้ในการสอน แต่เครื่องดีฟิบริลเลเตอร์เก่าที่ได้มานี้มีความหลากหลายของผู้ผลิตและรุ่น การประกอบตัวเครื่องต้องใช้เครื่องมือพิเศษเฉพาะ และที่สำคัญมีจำนวนเครื่องมือน้อยไม่เพียงพอต่อจำนวนของนักศึกษาและผู้ที่มาอบรม จึงทำให้ยากต่อการที่จะทำความเข้าใจหลักการทำงานต่างๆของเครื่องได้ อีกทั้งเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์ที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดมีราคาสูงมาก

จากปัญหาดังกล่าว ผู้จัดทำจึงมีแนวคิดในการพัฒนาชุดทดลองเรื่องการทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์ เพื่อใช้ในการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาและใช้ในการอบรมเชิงวิชาการทางการแพทย์ ใช้กับบุคลากรทางการแพทย์ เพื่อที่นักศึกษาและบุคลากรทางการแพทย์จะได้เรียนรู้หลักการทำงานของเครื่องจากการปฏิบัติจริง จะได้ทำความเข้าใจองค์ประกอบและการทำงานของเครื่องดีฟริบริลเลเตอร์ โดยชุดทดลองเรื่องการทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์นี้จะเป็นพื้นฐานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์ที่มีใช้อยู่ในโรงพยาบาลต่างๆ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจถึงหลักการทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์ง่ายขึ้น

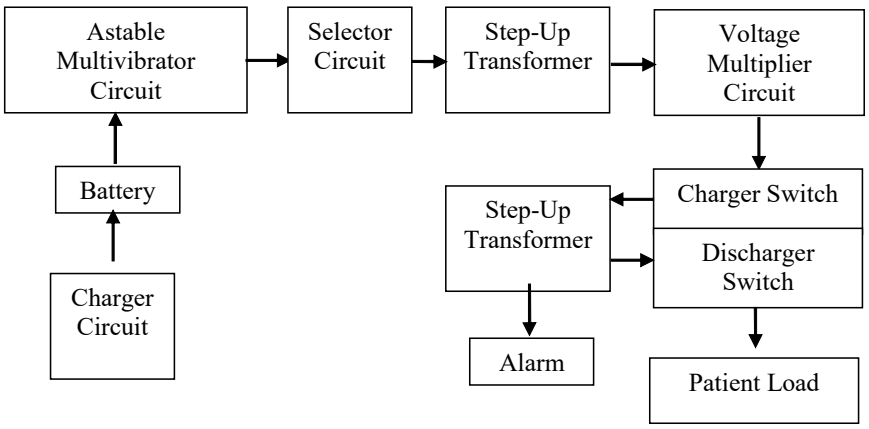
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดทดลอง เรื่อง การทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์
2. เพื่อหาค่าประสิทธิภาพของชุดทดลองตามเกณฑ์ตามเกณฑ์การพิจารณารับรองมาตรฐานประสิทธิภาพของชุดทดลอง คือ 75/75
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลองเรื่องการทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์ ของนักศึกษาคณะวิศวกรรมชีวการแพทย์ที่เรียนวิชา BME 355 ปฏิบัติการอุปกรณ์การแพทย์ 2

วิธีดำเนินการวิจัย (Methods)

1. การออกแบบและสร้างชุดทดลอง

ในการออกแบบและสร้างชุดทดลอง เรื่อง การทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์ ได้มีการกำหนดขอบเขตและรูปแบบของชุดทดลอง เรื่อง การทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์ พร้อมทั้งออกแบบและสร้างชุดทดลอง ใช้หลักการทำงานตามบล็อกไดอะแกรม ดังรูปที่ 2

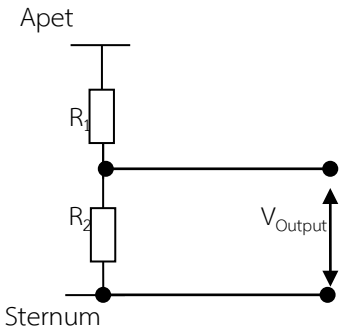


รูปที่ 2 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของชุดทดลองเรื่องการทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์

จากบล็อกไดอะแกรมรูปที่ 2 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้ เมื่อมีการจ่ายแรงดันไฟฟ้าจากแบตเตอรี่เข้าสู่วงจรชาร์จแบตเตอรี่ เมื่อเปิดสวิทช์เก็บประจุ (Charger Switch) แบตเตอรี่จะถูกชาร์จจนเต็ม (มีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 12

โวลต์) หลอด LED สีเขียวที่วงจรชาร์จแบตเตอรี่ (Charger Circuit) จะติดและกระพริบเป็นจังหวะ จากนั้นเมื่อเปิดสวิทช์ Power เพื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจรสร้างความถี่ จากนั้นแรงดันที่มีความถี่จะถูกวงจรเลือกระดับพลังงาน Selector Switch เพื่อควบคุมแรงดันไฟฟ้าที่ส่งผ่านไปยังขดลวดปฐมภูมิของหม้อแปลงชนิดแปลงขึ้น (Step-Up Transformer) เพื่อให้เกิดการเหนี่ยวนำทำให้มีแรงดันไฟฟ้าทางด้านขดลวดทุติยภูมิสูงขึ้น จากนั้นแรงดันไฟฟ้าจะถูกเปลี่ยนเป็นไฟฟ้ากระแสตรงและถูกทำให้ศักย์ไฟฟ้าสูงขึ้นด้วยวงจรทวีคูณแรงดัน แรงดันไฟฟ้าจากวงจรทวีคูณแรงดันจะถูกนำมาเก็บไว้ที่ตัวเก็บประจุในรูปของพลังงานผ่านสวิทช์ชาร์จ (Charger Switch) เมื่อพลังงานเต็มแล้ว หลอดแอลอีดี (LED) สีแดงที่วงจรเตือนจะสว่างขึ้น แสดงว่า ตัวเก็บประจุเต็มแล้ว จากนั้นให้ทำการกดสวิทช์คายประจุ (Discharger Switch) เพื่อนำพลังงานจากตัวเก็บประจุผ่านไปยังวงจรจำลองค่าความต้านทานทรวงอก (50 Ω) จากนั้นใช้เครื่องมือวัดค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ตกคร่อมความต้านทานทรวงอก ทำการคำนวณค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดและค่าพลังงานสูงสุดจากชุดทดลองเรื่องการทำงานของเครื่องดิฟิบริลเลเตอร์นี้

การคำนวณค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ตกคร่อมความต้านทานทรวงอก โดยมีการต่อวงจรแบ่งแรงดัน ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การต่อวงจรแบ่งแรงดัน

แรงดันทรวงอกระหว่าง Apet กับ Sternum ($V_{A\text{-}S}$) คำนวณ ดังนี้

$$V_{A\text{-}S} = \left[\frac{R_1 + R_2}{R_2}\right] V_{Out} \quad (1)$$

การคำนวณค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดและค่าพลังงานสูงสุด

$$E = 0.5CV^2 \quad (2)$$

2. การทดสอบวงจรและทดสอบสมรรถนะเครื่อง

การทดสอบการทำงานของชุดทดลอง เรื่อง การทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์ มีดังนี้ การทดสอบการทำงานของวงจรการชาร์จแบตเตอรี่ การทดสอบการทำงานของวงจรกำเนิดความถี่ที่มีค่าความถี่ 40 kHz การทดสอบหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าขึ้นและทวีแรงดัน การทดสอบแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากการดิสชาร์จ

3. การหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง

ประชากรทั้งหมดเป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรมชีวการแพทย์ ที่ลงทะเบียนวิชา BME 355 ปฏิบัติการอุปกรณ์การแพทย์ 2 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 39 คน ได้มาโดยวิธีเลือกแบบเจาะจง (โดยใช้กลุ่มนักศึกษาที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอน) การหาประสิทธิภาพของชุดทดลองโดยนำชุดทดลองที่จัดทำเสร็จแล้วมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อเป็นชุดทดลองให้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีขั้นตอนดังนี้ คือ ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนการเรียน หลังจากนั้นใช้ชุดทดลองที่จัดทำเสร็จแล้ว มาใช้ในการเรียนการสอนให้กับกลุ่มตัวอย่างและให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบระหว่างเรียน หลังจากที่เรียนชุดทดลองนี้เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังการเรียน โดยแบบทดสอบก่อนการเรียนเป็นข้อสอบแบบ ถูก หรือ ผิด แบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังการเรียนเป็นแบบตัวเลือก หลังจากนั้นนำผลคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและผลคะแนนการทดสอบหลังเรียนมาหาค่าประสิทธิผลของชุดทดลอง ซึ่งงานวิจัยนี้หาค่าดัชนีประสิทธิผลของสื่อโดยใช้วิธีของ กูดแมน เฟลทเชอร์ และชไนเดอร์ (Goodman, Fletcher and Schneider,1980, p. 30 – 34) มีสมการดังนี้

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนทดสอบหลังเรียน - ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}{\text{(จำนวนผู้เรียนทั้งหมด)(คะแนนเต็ม) - ผลรวมของคะแนนสอบก่อนเรียน}}$$

และหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง โดยใช้เกณฑ์ E1/E2 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2520) การหาค่า E1 และ E2 มีวิธีการคำนวณหาค่าร้อยละ โดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$E1 = \frac{\sum x_i / N}{A} x\ 100$$

โดย

E1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในชุดการสอนคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัดและหรือประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนระหว่างเรียน

∑X คือ คะแนนจากการทำแบบฝึกหัดและหรือการประกอบกิจกรรมการเรียน ระหว่างเรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดและหรือกิจกรรมการเรียน

N คือ จำนวนผู้เรียน

$$E2 = \frac{\sum x_i / N}{B} x\ 100$$

โดย

E2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นอัตราส่วนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนและหรือประกอบกิจกรรมหลังเรียน

∑X คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนและหรือการประกอบกิจกรรมหลังเรียน

B คือ คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียนและหรือกิจกรรมหลังเรียน

N คือ จำนวนผู้เรียน

4. การประเมินผลความพึงพอใจของผู้ใช้ชุดทดลอง

ให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดลองเรื่องการทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์ จากนั้นให้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลองเรื่องการทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์นี้ โดยแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจชุดทดลองเรื่องการทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์ มีลักษณะเป็นแบบปลายปิด คะแนนเป็นมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ทสเกล (Likert Scale, 1932) 5 ระดับ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ลักษณะทางกายภาพ และส่วนที่ 2 การนำไปใช้งาน

โดยกำหนดเกณฑ์ที่ให้ในการแปลความหมายของความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดทดลองเรื่องการทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์ ออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.50 – 5.00 แสดงว่า พอใจมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.50 – 4.49 แสดงว่า พอใจมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.50 – 3.49 แสดงว่า พอใจปานกลาง

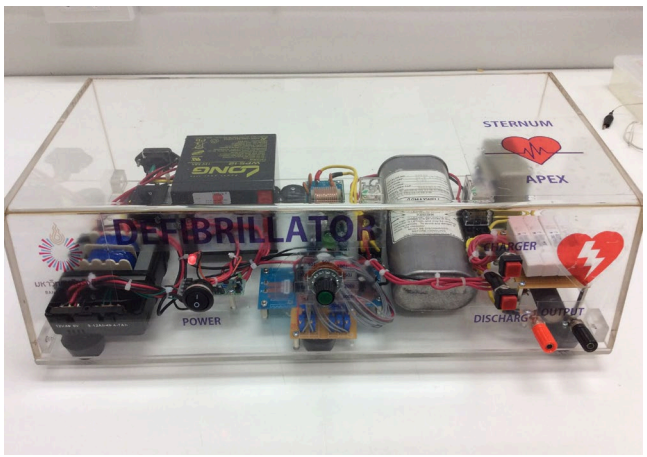
คะแนนเฉลี่ย 1.50 – 2.49 แสดงว่า พอใจน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.49 แสดงว่า พอใจน้อยที่สุด

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 21.0

ผลการวิจัย

1. การออกแบบและสร้างชุดทดลองเรื่องการทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์โดยผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างชุดทดลอง ทำให้ได้ชุดการทดลองมีลักษณะตามที่ออกแบบ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ชุดทดลองเรื่องการทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์

เมื่อได้ชุดทดลองที่เสร็จสมบูรณ์แล้วดังรูปที่ 4 ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอน โดยชุดทดลองที่เสร็จสมบูรณ์มีคุณสมบัติต่างๆ ดังต่อไปนี้

1.1 สามารถควบคุมพลังงานไฟฟ้าให้มีช่วงการใช้งาน 10 ระดับ เริ่มตั้งแต่ที่พลังงาน 5, 10, 20, 30, 50, 100, 150, 200, 300 และ 360 จูล

1.2 ช่วงการวัดแรงดันไฟฟ้าของชุดทดลองอยู่ระหว่าง 3 – 13 โวลต์

1.3 สามารถใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ เป็นแหล่งจ่ายในการชาร์จแบตเตอรี่

1.4 มีหลอดแอลอีดี (LED) สีแดงแสดงสัญญาณเตือนเมื่อมีประจุไฟฟ้าที่คาปาซิเตอร์มีแรงดันไฟฟ้าถึงค่าที่กำหนด

2. การทดสอบชุดทดลองเรื่องการทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์ ได้ผลการทดสอบ ดังนี้

2.1 ผลการทดสอบการทำงานของวงจรการชาร์ตแบตเตอรี่ เมื่อ LED สีแดงติด วัดค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 0.00%

2.2 ผลการทดสอบการทำงานของวงจรกำเนิดความถี่ที่มีค่าความถี่ 40 kHz มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 0.39%

2.3 ผลการทดสอบหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าขึ้นและทวีแรงดัน มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 2.89%

2.4 ผลการทดสอบแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากการดิสชาร์ต ตามค่าพลังงานที่ 5, 10, 20, 30, 50, 100, 150, 200, 300 และ 360 จูล ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าชุดทดลองมีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 2.63, 0.29, 4.24, 4.79, 4.57, 3.58, 5.86, 8.37, 4.45 และ 3.88 ตามลำดับ

3. การทดสอบหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง โดยให้กลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรมชีวการแพทย์ที่ลงทะเบียนวิชา BME 355 ปฏิบัติการอุปกรณ์การแพทย์ 2 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 39 คน โดย ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนการเรียน ทำทดสอบระหว่างเรียน และทำแบบทดสอบหลังการเรียน นำผลคะแนนการทดสอบก่อนเรียน คะแนนแบบทดสอบหลังเรียนที่ได้มาหาดัชนีประสิทธิผล ดังนี้ คะแนนรวมแบบทดสอบก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 144 คะแนน จากคะแนนเต็มรวมทั้งหมด 390 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 3.69 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนรวมแบบทดสอบหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 320 คะแนน จากคะแนนเต็มรวมทั้งหมด 390 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 8.21 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน พบว่าค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดทดลองเรื่องการทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์ มีค่า 0.72 และนำคะแนนรวมของคะแนนทดสอบระหว่างเรียน คะแนนทดสอบหลังเรียน มาหาค่าประสิทธิภาพของชุดทดลองได้ผลการทดสอบ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงคะแนนรวมของคะแนนทดสอบระหว่างเรียน คะแนนทดสอบหลังเรียน คะแนนเฉลี่ยและค่าประสิทธิภาพของชุดทดลองของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 39 คน

จำนวนนักศึกษา	**คะแนน**	**คะแนนทดสอบระหว่างเรียน คะแนนเต็ม 14 คะแนน**	**คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน คะแนนเต็ม 10 คะแนน**
39	คะแนนรวม	422	320
	คะแนนเฉลี่ย	10.82	8.21
	ประสิทธิภาพ (E1/E2)	77.3/82.1	

4. การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ชุดทดลองโดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรมชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา BME 355 ปฏิบัติการอุปกรณ์การแพทย์ 2 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 39 คน ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบเจาะจง ให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดลองเรื่องการทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์ จากนั้นให้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลองเรื่องการทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์นี้ ลักษณะแบบประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) วิเคราะห์โดยใช้วิธีหาค่าเฉลี่ย (Mean : $\bar{x}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : SD) โดยค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดทดลองเรื่องการทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์

ความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลองเรื่องการทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์	$\bar{x}$	SD	**ค่าระดับการประเมิน**
ส่วนที่ 1 ลักษณะทางกายภาพ			
1. ชุดทดลองมีความสวยงาม	**4.10**	**0.553**	**มาก**
2. ชุดทดลองมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน	**4.20**	**0.616**	**มาก**
3. ชุดทดลองมีความแข็งแรง	**3.95**	**0.759**	**มาก**
4. ชุดทดลองง่ายต่อการเก็บรักษา	**4.05**	**0.759**	**มาก**
5. วัสดุที่นำมาสร้างชุดทดลองหาได้ง่ายและราคาถูก	**4.45**	**0.686**	**มาก**
ส่วนที่ 2 การนำไปใช้งาน			
1. ชุดทดลองติดตั้งง่าย	**4.10**	**0.718**	**มาก**
2. ชุดทดลองทำให้นักศึกษาเข้าใจองค์ประกอบของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์ได้	**4.65**	**0.587**	**มากที่สุด**
3. ชุดทดลองทำให้นักศึกษาเข้าใจหลักการทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์ได้	**4.60**	**0.598**	**มากที่สุด**
4. ชุดทดลองมีปุ่มตั้งค่าที่ใช้งานง่าย	**4.60**	**0.598**	**มากที่สุด**
5. ชุดทดลองทำให้นักศึกษาสามารถวัดค่าพลังงานได้อย่างสะดวก	**4.25**	**0.786**	**มาก**
6. ชุดทดลองทำให้นักศึกษาสามารถคำนวณหาค่าพลังงานที่จ่ายให้กับผู้ป่วยได้	**4.40**	**0.598**	**มาก**
7. เมื่อนักศึกษาใช้ชุดทดลองนี้แล้วทำให้สามารถประยุกต์ ใช้ในการทำงานกับเครื่องดีฟบริลเลเตอร์จริงได้	**4.30**	**0.657**	**มาก**
ค่าระดับเฉลี่ย	**4.30**	**0.659**	**มาก**

จากตารางที่ 2 เมื่อนำระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดทดลองเรื่องการทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์ มาคำนวณค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) พบว่า ค่าระดับความพึงพอใจระดับเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ

4.30 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.659 แสดงว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการใช้ชุดทดลองนี้ อยู่ในระดับพอใจมาก

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยการพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดทดลองเรื่องการทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์ พบว่า

1. ชุดทดลองเรื่องการทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์นี้ เป็นชุดทดลองที่ใช้อธิบายหลักการทำงานของเครื่องเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์หรือเครื่องกระตุกหัวใจ โดยชุดทดลองนี้ใช้แบตเตอรี่ที่ใช้มีแรงดันไฟฟ้า 12V 9Ah สามารถควบคุมพลังงานไฟฟ้าได้ 10 ระดับ เริ่มตั้งแต่ที่พลังงาน 5, 10, 20, 30, 50, 100, 150, 200, 300 และ 360 จูล ช่วงการวัดแรงดันไฟฟ้าของชุดทดลองอยู่ระหว่าง 3 – 13 โวลต์ สามารถใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ เป็นแหล่งจ่ายในการชาร์จแบตเตอรี่ มีหลอดแอลอีดี (LED) สีแดงแสดงสัญญาณเตือนเมื่อมีประจุไฟฟ้าที่คาปาซิเตอร์มีแรงดันไฟฟ้าถึงค่าที่กำหนด โดยผลการทดสอบเมื่อชาร์จแบตเตอรี่โดยวงจรชาร์จแบตเตอรี่ วงจรจะตัดการทำงานเมื่อแบตเตอรี่มีแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 12V มีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 0.00% วงจรกำเนิดความถี่เลือกใช้ไอซี Timer เบอร์ NE 555 ในการกำเนิดความถี่เพื่อควบคุมการทำงานของหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าขึ้น ผลการทดสอบวงจรกำเนิดความถี่ มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.39% หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าขึ้นและวงจรทวีแรงดัน เลือกใช้หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าขึ้นและวงจรทวีแรงดันที่มีค่า 10 เท่า โดยใช้ไดโอดเบอร์ 1N4007 และคาปาซิเตอร์แบบไม่มีขั้วที่มีค่าการเก็บประจุ 2.2nF ซึ่งแปลงค่าแรงดันไฟฟ้า 12V จากแหล่งจ่าย เป็น 4500 kV เพื่อไปใช้ในการชาร์จประจุคาปาซิเตอร์ จากการทดสอบหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าขึ้นและวงจรทวีแรงดัน มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 2.89% โดยชุดทดลองนี้สามารถแสดงหลักการทำงานของเครื่องกระตุกหัวใจได้เหมือนกับเครื่องกระตุกหัวใจที่ใช้ในทางการแพทย์ จึงสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนในวิชา BME 355 ได้

2. การหาค่าประสิทธิภาพของชุดทดลองนี้ ทำให้ได้ชุดทดลองที่สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนในวิชาอุปกรณ์การแพทย์ได้ โดยชุดทดลองนี้มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.72 หมายความว่า ชุดทดลองชุดนี้ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 72 และมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 77.3/82.1 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์การพิจารณารับรองมาตรฐานประสิทธิภาพของชุดทดลอง คือ 75/75 โดยประสิทธิภาพของชุดทดลองนี้เน้นการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ ซึ่งนักศึกษาต้องใช้เวลาในการเรียนรู้ในส่วนนี้

3. ค่าระดับความพึงพอใจระดับเฉลี่ยของนักศึกษาที่มีต่อชุดทดลองนี้ มีค่าเท่ากับ 4.30 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.659 ซึ่งตามมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ทสเกล อยู่ในระดับพอใจมาก แสดงว่า นักศึกษามีความพึงพอใจมากต่อการใช้ชุดทดลองนี้ หมายถึงชุดทดลองนี้มีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้พัฒนาการเรียนการสอน โดยนักศึกษามีความพึงพอใจต่อชุดทดลองนี้ในด้านลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ชุดทดลองมีความสวยงาม มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน ชุดทดลองมีความแข็งแรง ชุดทดลองง่ายต่อการเก็บรักษา วัสดุที่นำมาสร้างชุดทดลองหาได้ง่ายและราคาถูก และด้านความเหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน ได้แก่ ชุดทดลองติดตั้งง่าย ชุดทดลองทำให้นักศึกษาเข้าใจองค์ประกอบของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์ได้ ชุดทดลองทำให้นักศึกษาเข้าใจหลักการทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์ได้ ชุดทดลองมีปุ่มตั้งค่าที่ใช้งานง่าย ชุดทดลองทำให้นักศึกษาสามารถวัดค่าพลังงานได้อย่างสะดวก และชุดทดลองทำให้นักศึกษาสามารถคำนวณหาค่าพลังงานที่จ่ายให้กับผู้ป่วยได้ เมื่อนักศึกษาใช้ชุดทดลองนี้แล้วทำให้สามารถประยุกต์ ใช้ในการทำงานกับเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์จริงได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

ชุดทดลองเรื่องการทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์ สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้นักศึกษามีความเข้าใจในการทำงานของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์นี้มากยิ่งขึ้น แต่ควรเพิ่มในส่วนของการแสดงผลเมื่อเก็บประจุ และคายประจุ โดยแสดงเป็นไฟ แสดงสถานะ ให้มีหน้าจอแสดงค่าและไฟแสดงสถานการณ์ชาร์จ ให้มีเสียงเตือนเมื่อพลังงานพร้อมใช้งาน

กิตติกรรมประกาศ

ในงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์นันทชัย ทองแป้น คณบดีวิทยาลัยวิศวกรรมชีวการแพทย์ ที่ให้การสนับสนุนการทำงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณศูนย์สนับสนุนและพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต ที่อนุมัติทุนวิจัย

ขอขอบคุณ คุณกะรัต กองสุวรรณ ที่ช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

บรรณานุกรม

คู่มือการศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยรังสิต. (2559). ปทุมธานี:มหาวิทยาลัยรังสิต.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย, 5*(1), 7-20.

ธวัช แก้วกัณฑ์. (2557). *เอกสารประกอบการสอนวิชาปฏิบัติการอุปกรณ์การแพทย์ 2 (BME 355).* ม.ป.ท.: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต.

นภัทร วัจนเทพินทร์. (2545). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์.* ปทุมธานี: สกายบุ๊ค.

พรเทพ อินทราชและคณะ. (2550). *การศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่อง ทดสอบพลังงานเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์แบบโมโนเฟสิก* (ปริญญานิพนธ์ระดับปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยรังสิต).

วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์. (2545). *ออปแอมป์และการประมวลผลสัญญาณอนาล็อก.* กรุงเทพฯ: ว.เพชรสกุล.

วิชา เธียรกุล. (2550). *การศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องวิเคราะห์เครื่องดีฟิบริลเลเตอร์.* ขอนแก่น: หน่วยเครื่องมือแพทย์ โรงพยาบาลศรีนครินทร์.

สมาคมแพทย์โรคหัวใจแห่งประเทศไทย. (2552). *ทฤษฎีเกี่ยวกับหัวใจ.* สืบค้น 5 ตุลาคม 2557, จาก http://cardiac-blog.blogspot.com/2009/08/blog- post_4923.html.

สมศรี ดาวฉาย. (2549). *อุปกรณ์การแพทย์ในหอผู้ป่วยวิกฤติ.* กรุงเทพฯ: เอสทีซี มีเดีย แอนด์มาเก็ตติ้ง.

สุนันท์ สังข์อ่อง (2526). *สื่อการสอนและนวัตกรรมทางการศึกษา: หลักการและแนวปฏิบัติในการผลิตและการใช้สื่อการสอนแบบต่างๆพร้อมรายละเอียดเกี่ยวกับหน่วยงานที่ให้บริการด้านสื่อการสอน.* กรุงเทพฯ:โอเดียนสโตร์.

อภิชาต สุคนธสรรพ์. (2544). *Electrocardiography for Medical Student* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ : บริษัทซาโนฟี่-ซินเตลาโบ (ประเทศไทย).

Goodman, R., Fletcher, K., & Schneider, E. (1980). The Effectiveness Index as a Comparative Measure in Media Product Evaluations. *Educational Technology, 20*(9), 30-34.

Kerber, R. E., Becker, L. B., Bourland, J. D., Cummins, R. O., Hallstrom, A. P., Michos, M. B., ... Zuckerman, B. D. (1997). Automatic external defibrillators for public access defibrillation: Recommendations for specifying and reporting arrhythmia analysis algorithm performance, incorporating new waveforms, and enhancing safety. *Biomedical Instrumentation and Technology, 31(3),* 238-246.

Likert, R. (1932). A Technique for the Measurement of Attitudes**.** *Archives of Psychology*, 140, 1–55.

Translated Thai References

Brahmawong, C. (2013). *Developmental Testing of Media and Instructional Package. Silpakorn Educational Research Journal*, *5*(1), 7-20. [In Thai]

Dawchai, S. (2006). *Medical devices in ICU*. Bangkok: STC Media and Marketing. [In Thai]

Heart Association of Thailand. (2009). *Theory of the heart***.** Retrieved Oct 5, 2014, from http://cardiac-blog.blogspot.com/2009/08/blog-post_4923.html. [In Thai]

Intarach, P., Adam, A., & Muangnin, K. (2008). *A Study on Design and Construction of the Defibrillator Energy Tester.* (Senior Project of Bachelor). Pathumtani: Rangsit University. [In Thai]

Kaewgun, T. (2016). *Medical Instrumentation Laboratory 2 Handout (BME 355)*. n.p.: Faculty of Biomedical Engineering, Rangsit University. [In Thai]

Tearkul, W**.** (2007). *A Study on Design and Construction of the Defibrillator Analyzer.* Khon kaen : Medical Instrument Unit. Srinagarind Hospital. [In Thai]

Tungsrirat, W. (2002). *OP-AMP and Analog Signal Processing*. Bangkok: W.Petchschakul. [In Thai]

Undergraduate Study Guide Rangsit University. (2016). Pathumthani: Rangsit University. [In Thai]

Watjanatepirn, N. (2002). *Electronics Technology.* Pathum Thani : Sky Book. [In Thai]

Sukonsrup, A. (2001). *Electrocardiography for Medical Student* (4th ed.)*.* Bangkok: Sanofi-Sintelabo (Thailand). [In Thai]

Sungoong S. (1983). *Instructional Media and Educational Innovation: Principle and Procedure in Production and Usability of the Varity of Instructional Media and Detail of the Instructional Media Unit.* Bangkok: Odain Store. [In Thai]