อภินันทนาการ

สำนักหอสมุด

โครงการ การสร้างเครื่องตรวจสอบระดับเลือดในปอดเทียมระหว่างการทำระบบไหลเวียนโลหิตและระบบแลกเปลี่ยนแก๊สภายนอกร่างกายเพื่อป้องกันภาวะหลอดเลือดสมองอุดตันจากอากาศ

The Construction of Level Alarm in Oxygenator During Cardiopulmonary Bypass for Prevention Cerebral Air Embolism

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 15 มิ.ย. 2558
เลขทะเบียน 1683093
เลขเรียกหนังสือ 3 RO 594 .3 ป๋ว 2557

คณะผู้วิจัยและคณะ

1. อาจารย์ปฏิวัติ โชติมล คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

สนับสนุนโดยงบประมาณรายได้ กองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของอาจารย์บังอร เนียมอินทร์ และห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการทำการศึกษา

นักปฏิบัติการเครื่องหัวใจและปอดเทียมโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร ได้แก่ นายอนุชิต แม้นอินทร์ นายอาทิตย์ จันทร์คำ นายเกรียงไกร บุญคำภา นายนันทภูมิ เนียงคันทา ที่กรุณาสละเวลาเป็นผู้ประเมินและให้ข้อเสนอแนะแก่ผู้ทำการวิจัย

เจ้าหน้าที่แผนกศูนย์โรคหัวใจ โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวรทุกๆ ท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่และเครื่องมือในการทดสอบ พร้อมและให้คำแนะนำในการใช้งานเป็นอย่างดี

ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

ปฏิวัติ โชติมล

พฤศจิกายน 57

Project Title The construction of level alarm device in oxygenator during cardiopulmonary bypass

Abstract

Heart disease, chronic non- contagious disease, is a major problem in public health. The open heart surgery required to cure the disease needs a heart machine together with oxygenator that contains the sufficient blood volume for circulating oxygen throughout the patient's body during Cardiopulmonary bypass (CPB). If the blood volume in oxygenator is not enough, the heart machine pumps air embolism to the patient, resulting in inducing complications which is a common problem in patients. To prevent such a problem, using the level alarm device in lung machine during CPB to monitor blood volume is very important. Although the hospitals in Thailand used the level alarm device, they all totally imports. In addition, they are designed for only trademark of oxygenator and they cannot be used with other trademarks. Therefore, this study is constructing the level alarm device to monitor the blood volume in oxygenator which can be applied to three trademarks of oxygenator. The obtained level alarm device was tested its effectiveness compared with the level alarm device currently used and three brands of lung machine including CAPIOX® SX oxygenator, Dideco® oxygenator and QUADROX-I® oxygenator. The experiments were conducted by three perfusionists, and water was used instead of priming solution. The results showed that the level alarm device instructed has precision to check blood level at percentage of 100 and could be applied with three trademarks of oxygenators. However, size of control unit and interconnecting cable are needed to improve for the convenient use, and the test of the device in clinical trial for CPB is required.

Keywords : level alarm, cardiopulmonary bypass, cerebral air embolism

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4	ผลการวิจัย	22
	แสดงผลการทดสอบประสิทธิผลของ level alarm device ที่สร้างขึ้นกับ sarns 8000 Ultrasonic Level Detector	24
	แสดงผลการทดสอบประสิทธิผลของ level alarm device ที่สร้างขึ้นกับปอดเทียม 3 ยี่ห้อ	25
5	อภิปรายและวิจารณ์ผลการวิจัย	26
6	สรุปผลการวิจัย	28
เอกสารอ้างอิง		29
ภาคผนวก		32
	ภาคผนวก ก อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	33
	ภาคผนวก ข ผลการทดสอบ	37

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของเรื่อง

โรคหัวใจ เป็นโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง ที่เป็นปัญหาสำคัญทางด้านสาธารณสุข องค์การอนามัยโลก (world health organization) รายงานว่ามีผู้ป่วยเสียชีวิตจากโรคหัวใจ 17.3 ล้านคน ในปี ค.ศ. 2008 และคาดการณ์ว่าในปี ค.ศ. 2030 จะมีผู้ป่วยเสียชีวิตจากโรคหัวใจเป็นจำนวน 25 ล้านคน (1) การรักษาผู้ป่วยโรคหัวใจนั้นจะเริ่มต้นจากการรักษาด้วยยาหรือหัตถการอื่นๆ เช่น การขยายหลอดเลือดหัวใจด้วยการใช้บอลลูน (percutaneous translumianl coronary angioplasty) ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน การใช้บอลลูนถ่างขยายลิ้นหัวใจไมตรัล (percutaneous transluminal mitral commissurotomy) ในผู้ป่วยลิ้นหัวใจไมตรัลตีบ เป็นต้น หากการรักษาไม่ได้ผล การรักษาขั้นสุดท้ายคือการผ่าตัดหัวใจชนิดเปิด (2)

การผ่าตัดหัวใจชนิดเปิด (open heart surgery) จำเป็นจะต้องมีการใช้เครื่องหัวใจและปอดเทียม (heart lung machine) เพื่อทำระบบไหลเวียนโลหิตและระบบแลกเปลี่ยนแก๊สภายนอกร่างกาย (cardiopulmonary bypass : CPB) (3) โดยการทำ CPB จำเป็นต้องเติมสารน้ำเจือจางเลือด (priming solution) ซึ่งเป็นสารละลายที่เติมในปอดเทียมและวงจรสายยางนำเลือดเพื่อให้มีปริมาตรสารน้ำเพียงพอในการทำระบบไหลเวียนโลหิตและระบบแลกเปลี่ยนแก๊สภายนอกร่างกาย (4) นักปฏิบัติการเครื่องหัวใจและปอดเทียม (perfusionist) เป็นผู้ที่ควบคุมอัตราการไหลของเลือดซึ่งระดับเลือดในปอดเทียมจะต้องมีปริมาตรเพียงพอที่จะปั๊มเลือดไปเลี้ยงร่างกายผู้ป่วยในระหว่างการผ่าตัด หากระดับเลือดในปอดเทียมหมด เครื่องหัวใจเทียม (heart machine) จะปั๊มอากาศเข้าสู่ผู้ป่วยแทนเลือดส่งผลทำให้ผู้ป่วยเกิดโรคหลอดเลือดสมอง (cerebrovascular disease) คือภาวะสมองขาดออกซิเจนเนื่องจากอากาศไปอุดตันหลอดเลือด (cerebral air embolism) ทำให้ขาดเลือดไปเลี้ยงสมอง ซึ่งเป็นปัญหาที่พบได้บ่อยในการผ่าตัดหัวใจโดยใช้เครื่องหัวใจและปอดเทียม (Heart – lung machine) (5-8) โดยสาเหตุสำคัญที่ทำให้เลือดในปอดเทียมลดลง ได้แก่ มีอากาศอยู่ในสายนำเลือดดำ (venous-line) ใส่ท่อนำเลือดดำ (venous cannula) ในตำแหน่งไม่เหมาะสม สายนำเลือดดำ (venous –line) เกิดการหักงอ ท่อนำเลือดดำ (venous cannula) มีขนาดเล็ก เป็นต้น (9-10) เพื่อเป็นการป้องกันภาวะหลอดเลือดสมองอุดตันจากอากาศ (cerebral air embolism) จึงมีการติดตั้งเครื่องตรวจสอบระดับเลือดในปอดเทียม (level alarm) ในระหว่างการผ่าตัดหัวใจ

ได้แก่ CAPIOX® SX oxygenator, Dideco® oxygenator , QUADROX-I oxygenator ที่ระดับ 200 ml และ 500 ml ระดับละ 20 ครั้ง โดยนักปฏิบัติการเครื่องหัวใจและปอดเทียมจำนวน 3 คน

หลักการทำงานของเครื่องตรวจสอบระดับเลือด (level alarm device) (21)

เครื่องตรวจสอบระดับเลือด (level alarm device) ประกอบด้วย 3 ส่วนได้แก่ หน่วยควบคุม (control unit) หน่วยตรวจวัดระดับเลือดในปอดเทียม (sensor unit) และ สายนำสัญญาณ (interconnecting cable) โดยจะใช้หน่วยตรวจวัดระดับเลือดในปอดเทียม (sensor unit) เป็นตัวตรวจสอบ (detection) ระดับเลือดในปอดเทียม เมื่อเลือดในปอดเทียมลดต่ำกว่าค่าขีดระดับที่ตั้งไว้ (sensor unit) จะมีการส่งสัญญาณไฟฟ้ากลับไปที่หน่วยควบคุม (control unit) ผ่านทางสายไฟเชื่อมต่อ (interconnecting cable) โดยหน่วยควบคุม (control unit) จะทำการประมวลผล (processing) ให้เกิดเสียงเตือน (audio alarm) และไฟกระพริบ (lamp alarm) เป็นสัญญาณเตือนให้นักปฏิบัติการเครื่องหัวใจและปอดเทียม (perfusionist) ถึงระดับเลือดในปอดเทียมลดต่ำลงจนเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายต่อผู้ป่วย เพื่อทำการปรับลดอัตราการไหลของเลือดที่เครื่องหัวใจเทียมแล้วทำการแก้ไขถึงสาเหตุที่เลือดในปอดเทียมลดระดับลง

หลักการสนามแม่เหล็กไฟฟ้า(electromagnetic field) (13)

สนามแม่เหล็กไฟฟ้า คือ สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้า ที่ไหลผ่านเส้นลวดหรือวัตถุตัวนำทำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบๆ เส้นลวดหรือตัวนำนั้นได้ โดยลักษณะของสนามแม่เหล็กขึ้นอยู่กับรูปร่างของเส้นลวดและกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน

ชนิดและคุณสมบัติของคลื่น (22-23)

คลื่นสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิดหลักๆ คือ

1. คลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ เช่น คลื่นเสียง
2. คลื่นที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ เช่น คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ซึ่งคลื่นโดยทั่วไปจะมีสมบัติ 4 ประการ คือ

1. การสะท้อน (reflection) : เกิดจากคลื่นเคลื่อนที่ไปกระทบสิ่งกีดขวางแล้วกลับเข้าสู่ตัวกลางเดิม

2. การหักเห (refraction) : เกิดจากการเปลี่ยนทิศทางของคลื่นเดียวกันเมื่อเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน โดยความถี่ของคลื่นคงที่

3. การแทรกสอด (interference) : เกิดจากคลื่นสองคลื่นที่เหมือนกันอยู่ในตัวกลางเดียวกัน เคลื่อนที่ซ้อนทับกัน

4. การเลี้ยวเบน (diffraction) : เกิดจากคลื่นเคลื่อนที่ไปพบสิ่งกีดขวาง ทำให้คลื่นส่วนหนึ่งเคลื่อนที่อ้อมสิ่งกีดขวางแล้วแผ่ไปทางด้านหลังของสิ่งกีดขวาง

การวินิจฉัย :

1. การประเมินอาการของผู้ป่วย การซักประวัติผู้ป่วยถึงอาการ การเจ็บป่วยอดีต การรักษาในอดีต ความเสี่ยง และการใช้ยา
2. การตรวจร่างกาย ผลการตรวจเลือด ผลการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ECG)
3. การตรวจระบบประสาท
4. CT scan, MRI scan, MRA, CT angiography, angiogram

การรักษา :

1. รักษาด้วยการให้ยา TPA (tissue plasminogen activator) เพื่อละลาย clot และเข้ารับการบำบัดฟื้นฟูร่างกายต่อไป
2. ในกรณีที่เกิดภาวะสมองขาดเลือดจากการมีอากาศอุดตันหลอดเลือดสมอง รักษาด้วยออกซิเจน (oxygen therapy) หรือการรักษาด้วยการให้ออกซิเจน 100% กับผู้ป่วย

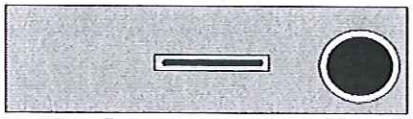
- ช่องสี่เหลี่ยมเรียงกันทางด้านบนซ้าย (Battery level) : ปรากฏไฟสีเหลืองแสดงระดับแบตเตอรี่ในแต่ละช่อง ช่องสี่เหลี่ยมละ 20% เมื่อแบตเตอรี่เต็มจะปรากฏไฟสีเหลืองครบทุกช่อง และไฟสีเหลืองจะดับลงทุก 1 ช่องเมื่อแบตเตอรี่ลดทุก 20%
- หน้าจอแสดงผล (LCD display) แสดงสถานะการทำงาน และการแปลผล
- ปุ่ม START : ปุ่มสำหรับเริ่มการทำงานของเครื่องตรวจสอบระดับเลือดในปอดเทียม (level Alarm device)
- ปุ่ม STOP : ปุ่มสำหรับหยุดการทำงานเครื่องตรวจสอบระดับเลือดในปอดเทียม (level alarm device) เมื่อเลิกการใช้งาน หรือต้องการหยุดการทำงาน
- แทบลายสีดำแสดง ลำโพงสำหรับขยายเสียงสัญญาณเตือน
- ปุ่ม Mute : ปุ่มสำหรับปิดเสียงเตือน หรือหยุดการร้องเตือน
- วงกลมสีแดงทางด้านล่างขาวของตัวเครื่อง : จะปรากฏไฟสีแดงเมื่อระดับแรงดันไฟฟ้าในแบตเตอรี่อยู่ในระดับต่ำ
- ปุ่มเปิด/ปิด (ON/OFF) : ปุ่มสำหรับเปิด/ปิดการทำงานของเครื่องแปลผลและส่งสัญญาณเตือน
- วงกลมสีเหลืองทางด้านล่างซ้ายของตัวเครื่อง : จะปรากฏไฟสีเหลืองเมื่อเครื่องอยู่ในสถานะพร้อมใช้งานและใช้งานอยู่

สำหรับด้านหลังดังแสดงไว้ในรูปที่ 2

- แบตเตอรี่แสดงช่องสำหรับใส่แบตเตอร์รี่ สามารถเปิดปิดได้
- ช่องสีดำสำหรับใส่สายยึดเกาะหน่วยควบคุม (Control unit) กับเสาเครื่องหัวใจเทียม

สำหรับด้านล่างดังแสดงไว้ในรูปที่ 3

- วงกลมสีดำ : ช่องสำหรับเชื่อมต่อสายไฟเชื่อมต่อสัญญาณ (interconnecting cable) เพื่อส่งสัญญาณจากหน่วยตรวจวัดระดับเลือดในปอดเทียม (sensor unit)



ภาพ 3 ด้านล่างของเครื่องแปลผล และส่งสัญญาณเตือน

1.2 หน่วยตรวจวัดระดับเลือดในปอดเทียม (sensor unit) ทำหน้าที่ในการตรวจวัดระดับเลือดในปอดเทียมและส่งสัญญาณกลับไปที่หน่วยควบคุม (control unit) ผ่านทาง สายไฟเชื่อมต่อสัญญาณ (interconnecting cable) เพื่อทำการประมวลผลและแจ้งเสียงเตือน (audio alarm) พร้อมไฟกระพริบเตือน (lamp alarm) มีลักษณะแสดงดังภาพ 4 - 7

สำหรับด้านหน้าดังแสดงไว้ในภาพ 4

- อักษร SAFE พื้นสีเขียว แสดงระดับเลือดที่ปลอดภัยต่อผู้ป่วย
- แทบสีเหลือง แสดงตำแหน่งระดับที่ต้องการตรวจสอบ (detection)
- อักษร DANGER พื้นสีแดง แสดงระดับเลือดที่เป็นอันตรายต่อผู้ป่วย

สำหรับด้านหลังดังแสดงไว้ในรูปที่ 5

- แทบสีเหลือง แสดงตำแหน่งระดับที่ต้องการตรวจสอบ (detection)
- แทบลายสีฟ้าสลับสีขาวด้านซ้ายและขวา แสดงเทปกาวทำหน้าที่ในการยึดติดหน่วยตรวจวัดระดับเลือดในปอดเทียม (sensor unit) ไว้กับถังกรองและรองรับเลือดดำ (venous reservoir) ของปอดเทียม

สำหรับด้านบนดังแสดงไว้ในรูปที่ 6

- วงกลมสีเหลือง : ไฟสีเหลืองบอกสถานะการทำงานและการเชื่อมต่อกับหน่วยควบคุม (control unit)

สำหรับด้านล่างดังแสดงไว้ในรูปที่ 7

- วงกลมสีดำ : ช่องสำหรับเชื่อมต่อสายไฟเชื่อมต่อสัญญาณ (interconnecting cable) เพื่อส่งสัญญาณไปยังหน่วยควบคุม (Control unit)

1.3 สายไฟเชื่อมต่อสัญญาณ (interconnecting cable) ทำหน้าที่ในการรับส่งสัญญาณไฟฟ้าระหว่างหน่วยควบคุม (control unit) และ หน่วยตรวจวัดระดับเลือดในปอดเทียม (sensor unit) มีลักษณะแสดงดังภาพ 8

ภาพ 8 สายนำสัญญาณ (interconnecting cable)

2. สร้างเครื่องตรวจสอบระดับเลือด (level alarm device)

2.1 นำโครงสร้างที่ออกแบบไปสร้างเครื่องทางวงจรไฟฟ้า

2.1.1 เลือก sensor ที่สามารถนำมาใช้ตรวจสอบระดับเลือดในปอดเทียม โดย sensor ที่เลือกใช้คือ Non-contact Liquid Levels Switch (20-21)

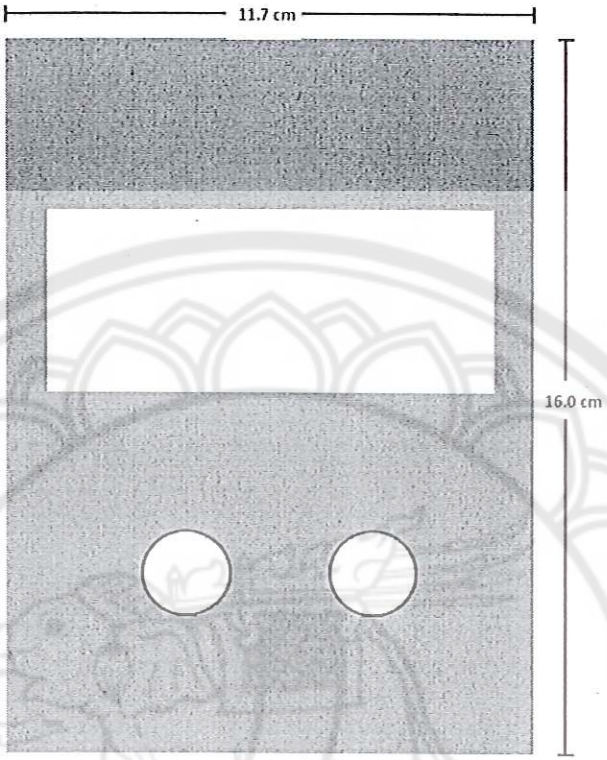
2.2.2 เลือก microcontroller ที่นำมาใช้ในการประมวลผล โดย microcontroller ที่เลือกใช้คือ PIC microcontroller (31)

2.2.3 นำอุปกรณ์ทั้งหมดมาทดลองวงจรบน protoboard

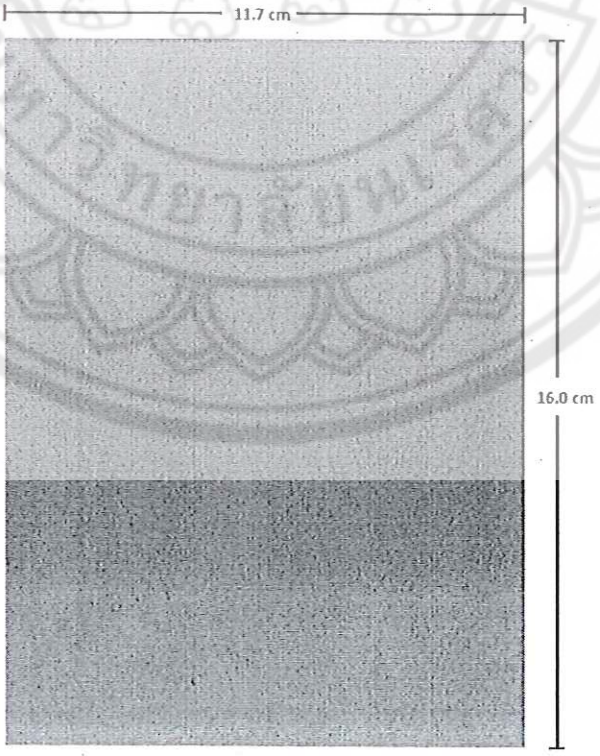
2.2.4 ป้อนโปรแกรมเข้าสู่ microcontroller โดยใช้ภาษาซี (C) ในการเขียนโปรแกรม

2.2.5 นำวงจรไฟฟ้าที่ได้มาออกแบบลายทองแดง(ปริ้น) โดยใช้โปรแกรม *Altium* Designer

2.2.6 นำลายวงจรไฟฟ้าที่ได้ดังภาพ 9 ไปสร้างแผ่นลายวงจรไฟฟ้า



ภาพ 10 โครงสร้างภายนอกด้านหน้าของหน่วยควบคุม



ภาพ 11 โครงสร้างภายนอกด้านหลังของหน่วยควบคุม

2.2.2 นำแผ่น acrylic มาตัดเพื่อให้ได้รูปร่างตามต้องการ

2.2.3 นำแผ่น acrylic ที่ตัดเจาะช่องสำหรับใส่อุปกรณ์

2.2.4 นำแผ่น acrylic เจาะช่องแล้วมาประกอบเป็นตัวกล่องสำหรับหน่วยควบคุม

2.2.5 นำวงจรและอุปกรณ์ไฟฟ้า ประกอบกับกล่องหน่วยควบคุม

2.2.6 ทำการทดสอบความพร้อมการใช้งาน

3. ทดสอบการทำงานของเครื่องตรวจสอบระดับเลือด (level alarm device)

3.1 เตรียมวงจรการทำระบบไหลเวียนโลหิตและระบบแลกเปลี่ยนแก๊สภายนอกร่างกาย (CPB circuit) (19-20)

3.1.1 ตรวจดูความพร้อมของเครื่องหัวใจและปอดเทียม (heart –lung machine) เสียบปลั๊กและเปิดสวิตซ์เครื่อง

3.1.2 นำปอดเทียม (oxygenator) ติดตั้งเข้ากับที่ยึด (holder) ให้มั่นคงจัดตำแหน่งให้ถูกต้องเหมาะสมสำหรับการใช้งานและเปิดจุกที่ vent port of venous reservoir

3.1.3 ต่อ tubing loop ของ arterial filter/bubble trap ให้แน่นและนำ arterial filter/bubble trap ติดตั้งเข้ากับที่ยึด (holder)

3.1.4 ใส่สายยางเข้าไปใน arterial pump

3.1.5 นำปลายสายยางด้าน inlet ของ arterial pump ต่อกับ blood outlet port of venous reservoir และนำปลายสายด้าน outlet ของ arterial pump ต่อกับ blood inlet port of oxygenator

3.1.6 นำสายยางต่อกับ blood outlet port of oxygenator และ blood inlet port of arterial filter/bubble trap

3.1.7 ต่อสาย recirculation line จาก blood cardioplegia port ไปที่ inlet port of cardiotomy reservoir

3.1.8 ต่อ three-ways stopcock เข้ากับ arterial filter/bubble trap โดยนำ extension tubing ต่อจาก port ด้านบนสุดของ three-ways stopcock ไปต่อกับ pressure gauge และต่อ extension tubing อีกเส้นหนึ่งจากด้านข้างของ three-ways stopcock ลงสู่ venous reservoir

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การทดลองแบบที่ 1 ทดสอบประสิทธิผลของ level alarm device ที่สร้างขึ้นกับ CAPIOX ®CE601 low level alarm

ทดสอบการทำงานของเครื่องตรวจสอบระดับเลือด (level alarm device) โดยทำการติดหน่วยตรวจวัดระดับเลือดในปอดเทียม (sensor unit) ไว้กับถังกรองและรองรับเลือดดำ(venous reservoir) ของปอดเทียมที่ระดับ 200 ml และ 500 ml ในปอดเทียมผู้ใหญ่ยี่ห้อCAPIOX® RX oxygenator โดยใช้ tubing clamps บีบสายยางนำเลือด (tubing) ด้าน V-line ไม่ให้ priming solution ไหลลงสู่ปอดเทียมจน priming solution ในปอดเทียมต่ำลงกว่าระดับที่ติดหน่วยตรวจวัดระดับเลือด (sensor unit) เครื่องจะทำการประมวลผลแล้วส่งเสียงเตือน (audio alarm) และข้อความอักษรเตือน ระดับละ 20 ครั้ง ทดสอบโดยนักปฏิบัติการเครื่องหัวใจและปอดเทียม จำนวน 3 คน

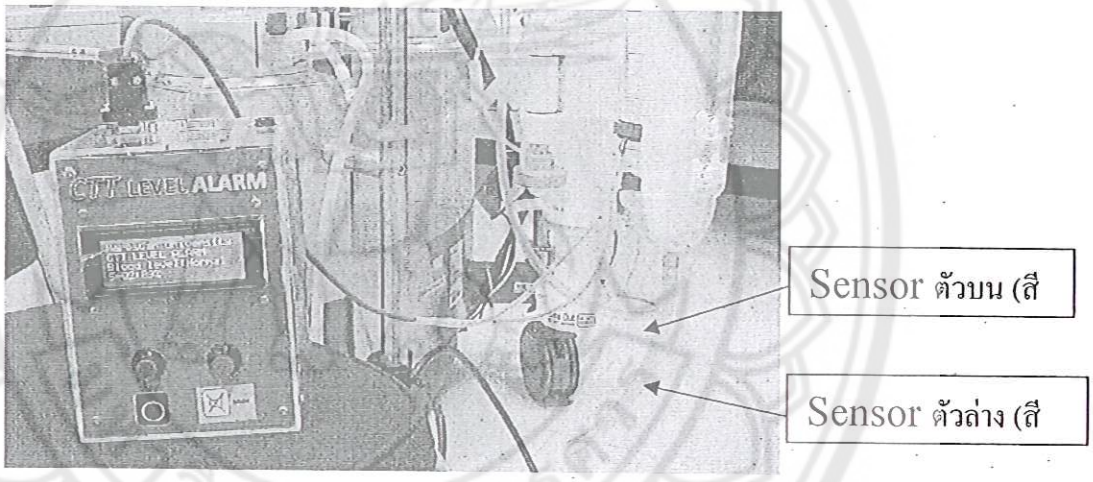
การทดลองแบบที่ 2 ทดสอบประสิทธิผลของ level alarm device ที่สร้างขึ้นกับปอดเทียมยี่ห้อต่าง

ทดสอบการทำงานของเครื่องตรวจสอบระดับเลือด (level alarm device) โดยทำการติดหน่วยตรวจวัดระดับเลือดในปอดเทียม (sensor unit) ไว้กับถังกรองและรองรับเลือดดำ (venous reservoir) ของปอดเทียมที่ระดับ 200 ml และ 500 ml ในปอดเทียมผู้ใหญ่ จำนวน 3 ยี่ห้อได้แก่ CAPIOX® SX oxygenator, Dideco® oxygenator , QUADROX-I oxygenator โดย tubing clamps บีบสายยางนำเลือด (tubing) ด้าน V-line ไม่ให้ priming solution ไหลลงสู่ปอดเทียมจน priming solution ในปอดเทียมลดต่ำลงกว่าระดับที่ติดหน่วยตรวจวัดระดับเลือด (sensor unit) เครื่องจะทำการประมวลผลแล้วส่งเสียงเตือน (audio alarm) และข้อความอักษรเตือน ระดับละ 20 ครั้ง ทดสอบโดยนักปฏิบัติการเครื่องหัวใจและปอดเทียม จำนวน 3 คน

การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติเชิงบรรยาย (descriptive statistics) นำเสนอข้อมูลเป็นร้อยละ

1. เมื่อเลือดลดระดับต่ำกว่า sensor ตัวบน (สีฟ้า) จะแสดงข้อความเตือนว่า Low คือ เลือดในปอดเทียมอยู่ในระดับต่ำ แต่ไม่ส่งเสียงเตือน
2. เมื่อเลือดลดระดับต่ำกว่า sensor ตัวล่าง (สีแดง) จะแสดงข้อความเตือนว่า Abnormal คือเลือดในปอดเทียมอยู่ในระดับอันตราย ใกล้หมดปอดเทียม พร้อมกับส่งเสียงเตือน (audio alarm)
3. เมื่อนักปฏิบัติการเครื่องหัวใจและปอดเทียมทำการแก้ไขสาเหตุให้ระดับเลือดเพิ่มขึ้น ต้องให้ระดับเลือดเพิ่มขึ้นเหนือ sensor ตัวบน (สีฟ้า) level alarm device จึงจะหยุดส่งเสียงเตือน และข้อความจาก Abnormal จะเปลี่ยนเป็น Normal คือเลือดอยู่ในระดับปลอดภัย



ภาพ 16 แสดงการทำงานของเครื่องตรวจสอบระดับเลือดในปอดเทียมที่สร้างขึ้น

นอกจากนี้ได้ทำการทดสอบเครื่องตรวจสอบระดับเลือดในปอดเทียมที่สร้างขึ้นกับ sarns™ 8000 Ultrasonic Level Detector และปอดเทียม 3 ยี่ห้อได้แก่ CAPIOX® SX oxygenator, Dideco® oxygenator , QUADROX-I oxygenator ซึ่งได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ว RD
598
.3
ป1ว๑ร
2554

i 6830973
15 ก.ย. 2558

สำนักหอสมุด

ตาราง 2 แสดงผลการทดสอบประสิทธิผลของ level alarm device ที่สร้างขึ้นกับปอดเทียม 3 ยี่ห้อ

นักปฏิบัติการเครื่องหัวใจและปอดเทียม (คนที่)	CAPIOX® RX oxygenator		Dideco® oxygenator		QUADROX-I oxygenator	
	200 ml (ครั้ง)	500 ml (ครั้ง)	200 ml (ครั้ง)	500 ml (ครั้ง)	200 ml (ครั้ง)	500 ml (ครั้ง)
1	20	20	20	20	20	20
2	20	20	20	20	20	20
3	20	20	20	20	20	20
รวมเฉลี่ย	20	20	20	20	20	20
% เฉลี่ย	100	100	100	100	100	100

ข้อเสนอแนะหลังการทดสอบ

1. พัฒนาตัวยึดเกาะ sensor ให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น เพื่อให้ใช้งานได้ง่ายกับ reservoir ในรูปทรงต่างๆ กัน
2. พัฒนาขนาดของตัวกล่องของหน่วยควบคุมให้เล็กลง เพื่อสะดวกต่อการทำงาน

จากตารางที่ 2 ผลการทดสอบความสามารถของเครื่องตรวจสอบระดับเลือดในปอดเทียมที่สร้างขึ้นกับปอดเทียม 3 ยี่ห้อโดยนักปฏิบัติการเครื่องหัวใจและปอดเทียมจำนวน 3 คน ได้ค่าเฉลี่ยในการตรวจวัดเท่ากับ 100 % ซึ่งแสดงถึงเครื่องตรวจสอบระดับเลือดในปอดเทียมที่สร้างขึ้นสามารถตรวจวัดได้ทุกครั้งที่ priming solution ในปอดเทียมทั้ง 3 ยี่ห้อลดระดับต่ำกว่าที่ทำการตรวจวัด

หน่วยควบคุมมีขนาดที่ใหญ่ ไม่เหมาะสำหรับการติดตั้ง และสายของหน่วยตรวจวัดระดับเลือดในปอดเทียม (sensor unit) สั้น ทำให้ไม่สะดวกในการใช้งาน

อย่างไรก็ตามเครื่องตรวจสอบระดับเลือดในปอดเทียมที่สร้างขึ้น ยังเป็นแค่ต้นแบบจึงจำเป็นต้องพัฒนาให้มีขนาดเล็กลงเพื่อง่ายต่อการติดตั้ง เพิ่มความยาวของสาย sensor unit ให้มีขนาดยาวขึ้นสะดวกต่อการใช้งาน และควรเพิ่มไฟบอกระดับแบตเตอรี่เพื่อบอกถึงระดับแบตเตอรี่ที่เหลืออยู่ เพื่อการคำนวณในการจัดการบริหารการใช้งานและการชาร์จแบตเตอรี่ นอกจากนี้ในการวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบการทำงานของเครื่องตรวจสอบระดับเลือดในปอดเทียมที่สร้างขึ้น โดยใช้ priming solution เพียงอย่างเดียวไม่ได้ใช้เลือดในการทดลอง จึงต้องทำการทดลอง โดยใช้เลือดและทดลองใช้จริงในระหว่างการผ่าตัดหัวใจโดยใช้เครื่องหัวใจและปอดเทียม ก่อนที่จะนำไปใช้งานจริง เนื่องจากความเข้มข้นระหว่างเลือดกับ priming solution แตกต่างกัน และเพื่อทดสอบความแม่นยำในการตรวจวัดกับการใช้งานจริง

ข้อเสนอแนะ

1. ตัวเครื่องมีขนาดใหญ่ ไม่ค่อยเหมาะสำหรับการนำมาใช้งานจริง ต้องพัฒนาให้มีขนาดเล็ก เพื่อความสะดวกในการใช้งาน
2. สายนำสัญญาณระหว่าง sensor กับตัวเครื่องหน่วยควบคุม มีขนาดสั้นเกินไป ไม่สะดวกในการใช้งาน
3. พัฒนาตัวยึดเกาะ sensor ให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น เพื่อให้ใช้งานได้ง่ายกับ reservoir ในรูปทรงต่างๆ กัน
4. เพิ่มเสียงเตือนในระดับ low level
5. ไม่มีที่ยึดเกาะกับเสาเครื่องหัวใจเทียม
6. เพิ่มไฟแสดงระดับแบตเตอรี่

เอกสารอ้างอิง

1. WHO. Cardiovascular diseases[Internet]. [cited 2013 November 30]. Available from: http://www.who.int/cardiovascular_diseases/en/

2. Thach N. Nguyen. Advance interventional cardiology. practical handbook. 1st edition. Futura publishing company. Inc. 2001.

3. Mora TC. Cardiopulmonary principles and bypass techniques of extracorporeal circulation. 1993. pp 3-17

4. Tollofsrud S, Svennevig JL, Breivik H, Kongsgaard U, Ozer M, Hysing E, et al. Fluid balance and pulmonary functions during and after coronary artery bypass surgery: Ringer's acetate compared with dextran, polygeline, or albumin. Acta Anaesthesiol Scand. 1995 Jul;39(5):671-7.

5. Stoney WS, Alford Jr WC, Burrus GR, Glassford Jr DM, Thomas Jr CS. Air Embolism and Other Accidents Using Pump Oxygenators. The Annals of Thoracic Surgery. 1980;29(4):336-40.

6. Jenkins OF, Morris R, Simpson JM. Australasian perfusion incident survey. Perfusion. 1997 Sep;12(5):279-88.

7. Mora TC. Cardiopulmonary principles and bypass techniques of extracorporeal circulation. 1993. pp 298-308

8. Mills NL, Ochsner JL. Massive air embolism during cardiopulmonary bypass. Causes, prevention, and management. J Thorac Cardiovasc Surg. 1980 Nov;80(5):708-17

9. Gravlee GP. Cardiopulmonary bypass : principles and practice. 3rd ed. Philadelphia, PA: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2008.pp 71

10. Cohn LH. Cardiac surgery in the adult. 4th ed. New York: McGraw-Hill Professional; 2012.

11. Cockroft S. Use of monitoring devices during anaesthesia for cardiac surgery: A survey of practices at public hospitals within the United Kingdom and Ireland. Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia 1994, 8 (4): 382-385

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

23. ชนิดของคลื่น [Internet]. มหาวิทยาลัยมหิดล. [สืบค้นวันที่ 17 ธันวาคม 2556]. เข้าถึงได้จาก : URL : http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/waves/categories/categories.html

24. Lucklum F, Jakoby B. Principle of a non-contact liquid level sensor using electromagnetic-acoustic resonators. e & i Elektrotechnik und Informationstechnik. 2009;126(1-2):3-7.

25. Non-contact Liquid Levels Switch[Internet]. [สืบค้นวันที่ 30 พฤศจิกายน 2556]. เข้าถึงได้จาก : URL : http://www.dfrobot.com/image/data/fit0212/fit0212-mannual.pdf

26. Battery lithium polymer[Internet]. [cited 2013 November 30]. Available from: http://www.polymer-search.com/polymerbattery.html

27. Matthew Sabatini. Battery lithium polymer[Internet]. [cited 2013 November 30]. Available from : http://www.androidauthority.com/lithium-ion-vs-lithium-polymer-whats-the-difference-27608/

28. ไมโครคอนโทรลเลอร์[Internet]. [สืบค้นวันที่ 30 พฤศจิกายน 2556]. เข้าถึงได้จาก : URL : http://jumpstartinnovation.blogspot.com/2013/07/blog-post.html

29. Benjamin Wedro, MD. stroke[Internet]. [Place unknown]: Medicinenet ; 2013 [cited 2013 January 23]. Available from : URL : http://www.onhealth.com/stroke/articlehtm#what_is_a_stroke

30. van Dijk D, Keizer AM, Diephuis JC, Durand C, Vos LJ, Hijman R. Neurocognitive dysfunction after coronary artery bypass surgery: a systematic review. J Thorac Cardiovasc Surg. 2000 Oct;120(4):632-9

31. PIC microcontroller[Internet]. [สืบค้นเมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน 2556]. เข้าถึงได้จาก : URL :http://sisley.en.kku.ac.th/project/2011/COE2011-21/DATA%20FILE/PIC%20thai.pdf

32. vcharkarn.com .ultrasonic[Internet]. [สืบค้นเมื่อวันที่ 23 มีนาคม 2556]. เข้าถึงได้จาก: URL : www.vcharkarn.com/uploads/252/252273.doc

ภาคผนวก ก
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ภาพ 18 ปอดเทียม Dideco® oxygenator

ภาคผนวก ข

ผลการทดสอบ

นักปฏิบัติการเครื่องหัวใจและปอดเทียมคนที่ ...2.....

ทดลองครั้งที่	sarns 8000 Ultrasonic Level Detector		level alarm device ที่สร้างขึ้น	
	ระดับ 200 ml	ระดับ 500 ml	ระดับ 200 ml	ระดับ 500 ml
1	/	/	/	/
2	/	/	/	/
3	/	/	/	/
4	/	/	/	/
5	/	/	/	/
6	/	/	/	/
7	/	/	/	/
8	/	/	/	/
9	/	/	/	/
10	/	/	/	/
11	/	/	/	/
12	/	/	/	/
13	/	/	/	/
14	/	/	/	/
15	/	/	/	/
16	/	/	/	/
17	/	/	/	/
18	/	/	/	/
19	/	/	/	/
20	/	/	/	/

หมายเหตุ เกิดการเตือนใส่เครื่องหมาย ✓ ไม่เกิดการเตือนใส่เครื่องหมาย ×

ข้อเสนอแนะ

- เพิ่ม เสียง เตือน ตอน low level

.....

.....

.....เสาวนีย์ บุญทวีวงศ์.....

(นาง เสาวนีย์ บุญทวีวงศ์)

นักปฏิบัติการเครื่องหัวใจและปอดเทียมผู้ทำการทดลอง

นักปฏิบัติการเครื่องหัวใจและปอดเทียมคนที่ .....1.....

ทดลองครั้งที่	ปอดเทียมยี่ห้อที่ 1 Terumo SX 18R		ปอดเทียมยี่ห้อที่ 2 DideCO EVo		ปอดเทียมยี่ห้อที่ 3 Maquet VHK 3000	
	ระดับ 200 ml	ระดับ 200 ml	ระดับ 200 ml	ระดับ 500 ml	ระดับ 500 ml	ระดับ 500 ml
1	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10	✓	✓	✓	✓	✓	✓
11	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12	✓	✓	✓	✓	✓	✓
13	✓	✓	✓	✓	✓	✓
14	✓	✓	✓	✓	✓	✓
15	✓	✓	✓	✓	✓	✓
16	✓	✓	✓	✓	✓	✓
17	✓	✓	✓	✓	✓	✓
18	✓	✓	✓	✓	✓	✓
19	✓	✓	✓	✓	✓	✓
20	✓	✓	✓	✓	✓	✓

<u>หมายเหตุ</u> เกิดการเตือนใส่เครื่องหมาย ✓ ไม่เกิดการเตือนใส่เครื่องหมาย ×

ข้อเสนอแนะ

–

.....

.....

.....

.....

(.....)

นักปฏิบัติการเครื่องหัวใจและปอดเทียมผู้ทำการทดลอง

นักปฏิบัติการเครื่องหัวใจและปอดเทียมคนที่ .....3.....

ทดลองครั้งที่	ปอดเทียมยี่ห้อที่ 1 Terumo sx 18 R		ปอดเทียมยี่ห้อที่ 2 Dideco Evo		ปอดเทียมยี่ห้อที่ 3 Maquet VHK 31 oc	
	ระดับ 200 ml	ระดับ 200 ml	ระดับ 200 ml	ระดับ 500 ml	ระดับ 500 ml	ระดับ 500 ml
1	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10	✓	✓	✓	✓	✓	✓
11	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12	✓	✓	✓	✓	✓	✓
13	✓	✓	✓	✓	✓	✓
14	✓	✓	✓	✓	✓	✓
15	✓	✓	✓	✓	✓	✓
16	✓	✓	✓	✓	✓	✓
17	✓	✓	✓	✓	✓	✓
18	✓	✓	✓	✓	✓	✓
19	✓	✓	✓	✓	✓	✓
20	✓	✓	✓	✓	✓	✓

หมายเหตุ เกิดการเตือนใส่เครื่องหมาย ✓ ไม่เกิดการเตือนใส่เครื่องหมาย ×

ข้อเสนอแนะ

- ที่ยึดสายของตัวกล่องหัวใจเทียม เพื่อกันการดึงสาย

.....

.....

.....(ดาริกา ชีวอนทโต)

(ดาริกา ชีวอนทโต)

นักปฏิบัติการเครื่องหัวใจและปอดเทียมผู้ทำการทดลอง