



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ เพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยโรคไต
เรื้อรังเปลี่ยนถ่ายน้ำยาล้างไตทางช่องท้องอย่างต่อเนื่องด้วยตนเอง
The Heart rate Monitoring Health and Data logger system to
Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis

นายมนตรี ไชยชาญยุทธ์
นายอรรถศาสตร์ นาคเทวีญ
นางสาววรรษญา พร้มจรัส

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ เพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยโรคไต
เรื้อรังเปลี่ยนถ่ายน้ำยาล้างไตทางช่องท้องอย่างต่อเนื่องด้วยตนเอง
The Heart rate Monitoring Health and Data logger system to
Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis

นายมนตรี ไชยชาญยุทธ์
นายอรรถศาสตร์ นาคเทวีญ
นางสาววรรษัญญา พริ้มจรัส

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) ระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ เพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยโรคไต
เรื้อรังเปลี่ยนถ่ายน้ำยาล้างไตทางช่องท้องอย่างต่อเนื่องด้วยตนเอง

แหล่งเงิน เงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2561

ประจำปีงบประมาณ 2561 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 413,500 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2560 ถึง กันยายน 2561

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด

นายมนตรี ไชยชาญยุทธ์	สถานะ หัวหน้าโครงการวิจัย	หน่วยงานต้นสังกัด สจล.วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
นายอรรถศาสตร์ นาคเทวัญ	สถานะ ผู้ร่วมวิจัย	หน่วยงานต้นสังกัด สจล.วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
นางสาวรัฐัญญา พิรัมย์จิรัส	สถานะ ผู้ร่วมวิจัย	หน่วยงานต้นสังกัด สจล.วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้นำเสนอระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ เพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังเปลี่ยนถ่ายน้ำยาล้างไตทางช่องท้องอย่างต่อเนื่องด้วยตนเอง สำหรับช่วยบันทึกข้อมูลทางการแพทย์วางแผนการรักษาผู้ป่วย ซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วน คือ ส่วนการวัดปริมาณน้ำยาล้างไต ส่วนบันทึกข้อมูล ส่วนการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ และส่วนอุ่นน้ำยาล้างไต การวัดปริมาณน้ำหนักร่างกายล้างไตใช้ทรานสดิวเซอร์โหลดเซลล์ขนาด 10 กิโลกรัม ความละเอียดการวัด 100 กรัม ส่วนบันทึกข้อมูลใช้หน่วยความจำเอสดีการ์ดขนาด 8 กิกะไบต์ เพื่อบันทึกข้อมูลในตารางเอกซ์เซล (Excel) ส่วนการวัดอัตราการเต้นหัวใจใช้เซนเซอร์วัดอัตราการเต้นหัวใจหน่วยเป็นบีพีเอ็ม (BPM) แสดงค่าผ่านหน้าจอแอลซีดี ส่วนการอุ่นน้ำยาล้างไตใช้แผ่นทอโมอีเล็กทริกอุ่นน้ำยาล้างไตก่อนปล่อยน้ำยาล้างไตเข้าท้องผู้ป่วย เพื่อช่วยให้ผู้ป่วยไม่มีอาการเสียวหน้าท้อง และใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุม และประมวลผล

จากการทดลองประสิทธิภาพส่วนซึ่งน้ำหนักด้วยตัวอย่างน้ำหนักมาตรฐาน และวัดอัตราการเต้นหัวใจพบว่าสามารถวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความผิดพลาดเพียง 0.31% และ 0.73% ตามลำดับ ส่วนการบันทึกข้อมูลทางการแพทย์ และคำนวณค่าปริมาณน้ำดื่มต่อวันของผู้ป่วยสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบอุ่นสามารถอุ่นน้ำยาล้างไตได้ไม่เกิน 30 °C

คำสำคัญ : โรคไตเรื้อรัง การผ่าตัดปลูกถ่ายไตใหม่ การล้างไตทางช่องท้อง

Research Title: The Heart rate Monitoring Health and Data logger system to Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis

Researcher: Mr. Montree CHAICHANYUT

Faculty: Chumphon campus **Department:** Electronics engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang Prince of Chumphon campus

ABSTRACT

This research presents the Heart rate Monitoring Health and Data logger system to Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis. The objective of this study to assist the recording of kidney dialysis patients and medical information for treatment planning. The research consists of 4 parts: the weight measuring of dialysis solutions, Data record part, Heart rate measuring part and the Dialysis solutions warmer part. the weight measuring of dialysis solutions that used the transducer of load cell about 10 kilograms. Resolution of measure were 100 grams. For data record part, we used the 8 GB SD memory card to save all the data on Microsoft Excel which save the data on table pattern. The heart rate measuring part that used the heart rate sensor as BPM unit and show the data though LCD Display. Dialysis solutions warmer part which used the thermo-electric for warming a Dialysis solution before to the drain of the abdominal cavity patient. The Microcontroller ATmega328 have been used to control and process for all the systems.

From our experiments, the accuracy of the weight measuring and Heart rate measuring, it can measured effectively. Respectively, there have the error 0.31% and 0.73%. Data record part and calculate the amount of drinking water per day of patient can work effectively. The Dialysis solutions warmer was no more than 30°C.

Keywords: Chronic kidney disease/CKD, Kidney transplant-KT, Peritoneal Dialysis

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี ด้วยความช่วยเหลือ และการสนับสนุนจากบุคคลหลายๆ ท่าน ซึ่งผู้เขียนขอขอบคุณทุกๆ ท่านดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ผู้ซึ่งคอยให้การอบรมสั่งสอน เลี้ยงดู สนับสนุนการศึกษาอย่างเต็มที่ ตลอดจนให้กำลังใจเสมอมา ผู้เขียนขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณ และขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ ผศ.พลศาสตร์ เลิศประเสริฐ ที่ปรึกษางานวิจัย และคำแนะนำต่าง ๆ เกี่ยวกับการทำงานวิจัย ผู้เขียนรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตาของท่านจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณนางวรัญญา ไชยชาญยุทธ์ ที่ช่วยในการสนับสนุนค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับงานวิจัย ทั้งยังช่วยเหลือในด้านการประสานงาน และคอยให้กำลังใจเสมอมา จนงานวิจัยสามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณคณะพยาบาล เจ้าหน้าที่ และแม่บ้านประจำศูนย์โรคไต ณ โรงพยาบาลชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ ผู้ซึ่งให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ และคำแนะนำต่าง ๆ ผู้เขียนรู้สึกซาบซึ้ง และขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นอกจากนี้ผู้เขียนใคร่ขอขอบพระคุณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ที่ให้ความรู้ และโอกาสในการทำงาน ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวได้รับงบประมาณจากแหล่งเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2561

มนตรี ไชยชาญยุทธ์
อรรถศาสตร์ นาคเทวีญ
วรัญญา พริ้มจรัส

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูปภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.6 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย	5
บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 ไตและโรคไต	6
2.2 การล้างไตคืออะไร	14
2.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสถิติ	29
บทที่ 3 วิธีการ และการออกแบบ	33
3.1 ขอบเขต และบล็อกไดอะแกรมของระบบ	33
3.2 การออกแบบด้านอิเล็กทรอนิกส์	34
3.2.1 วงจรสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply)	34
3.2.2 วงจรบริดจ์	35
3.2.3 วงจรขยายอินสตรูเมนต์	36
3.2.4 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์	37
3.2.5 โมดูลชาร์จแบตเตอรี่	39
3.2.6 โมดูลแสดงระดับแบตเตอรี่	40
3.2.7 โมดูลวัดอัตราการเต้นของหัวใจ	41

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 การออกแบบโปรแกรม	43
3.3.1 ปริมาณน้ำที่ผู้ป่วยควรบริโภครต่อวัน	43
3.3.2 ปริมาณน้ำยาล้างไต	44
3.4 การออกแบบโครงสร้าง	44
3.4.1 แนวทางการล้างไต	47
3.5 การพัฒนาชุดอุ้งน้ายา	51
3.5.1 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิแบบไร้สัมผัส	51
บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง	53
4.1 การทดลองที่ 1 การทดลองประสิทธิภาพความเที่ยงตรงส่วนซึ่งน้ำหนัก	53
4.2 การทดลองที่ 2 การทดลองประสิทธิภาพการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ	55
4.3 การทดลองที่ 3 การทดลองประสิทธิภาพการบันทึกข้อมูล	65
4.4 การทดลองที่ 4 การทดลองประสิทธิภาพชุดอุ้งน้ายาล้างไต	69
4.5 การทดลองที่ 5 การทดลองสอบประสิทธิภาพของเครื่อง (ทดลองจริง)	71
บทที่ 5 บทสรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	85
5.1 บทสรุปผล และอภิปรายผล	85
5.2 ปัญหา และอุปสรรค	86
5.3 ข้อเสนอแนะ	86
บรรณานุกรม/เอกสารอ้างอิง	87
ภาคผนวก	88
ภาคผนวก ก แบบสอบถาม	89
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้งาน	91
ภาคผนวก ค สรุปผลดำเนินงานวิจัย	102
ภาคผนวก ง สรุปการใช้จ่ายการดำเนินการโครงการวิจัย	104

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ความชุกของโรคไตเรื้อรังในประเทศไทย	8
2.2 จำนวนผู้ป่วยรวมทั้งหมดที่ได้รับการบำบัดทดแทนไตในปี พ.ศ. 2551-2553	9
2.3 จำนวนผู้ป่วยใหม่ที่ได้รับการบำบัดทดแทนไตในแต่ละปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551-2553	9
4.1 ผลการทดลองประสิทธิภาพการชั่งน้ำหนัก	54
4.2 ผลการทดลองประสิทธิภาพการตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจ	57
4.3 ผลการทดลองประสิทธิภาพการบันทึกข้อมูลค่าที่วัดได้	66
4.4 ผลการทดลองประสิทธิภาพการบันทึกข้อมูลค่าที่ชุดบันทึกข้อมูลบันทึกได้	67
4.5 ผลการทดลองประสิทธิภาพชุดอุณหภูมิล้างไต	70
4.6 ร้อยละสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม	72
4.7 ความพึงพอใจของพยาบาลต่อระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ	72
4.8 ความพึงพอใจของผู้ป่วยต่อระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ	73
4.9 ความพึงพอใจของผู้ที่เกี่ยวข้องต่อระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ	74
4.10 ความพึงพอใจของนักศึกษาต่อระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ	75
4.11 ความพึงพอใจของอาจารย์ต่อระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ	76
4.12 ความพึงพอใจในแต่ละด้านของพยาบาลต่อระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ	77
4.13 ความพึงพอใจในแต่ละด้านของผู้ป่วยต่อระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ	77
4.14 ความพึงพอใจในแต่ละด้านของผู้ที่เกี่ยวข้องต่อระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ	78
4.15 ความพึงพอใจในแต่ละด้านของนักศึกษาต่อระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ	78
4.16 ความพึงพอใจในแต่ละด้านของอาจารย์ต่อระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ	79
4.17 ความพึงพอใจในแต่ละด้านของผู้ประเมินทั้งหมดต่อระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ	79

สารบัญญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 สายท่อล้างไตที่ต่อจากช่องท้อง	12
2.2 การเปลี่ยนถ่ายน้ำยาล้างไต	13
2.3 Twin Bag and Its Components	18
2.4 เตรียมอุปกรณ์	19
2.5 ตรวจสอบน้ำยาอย่างละเอียด	19
2.6 เตรียมสาย transfer set มั่นใจว่าวาล์วผู้ป่วยปิด	20
2.7 ใช้ตัวหนีบสีน้ำเงิน หนีบสายน้ำยาใหม่	21
2.8 หักแบ่งพลาสติกสีเขียว	21
2.9 ใช้มือขวาจับปลายสายข้อต่อของน้ำยา และดึงจุดปิดน้ำยาใหม่ออก	22
2.10 มือที่ไม่ถนัดหนีบสายต่อท่อล้างไต และหมุน mini cap เปิดออกจากสาย	22
2.11 ต่อสายท่อล้างไตกับสายน้ำยา	23
2.12 แขนงน้ำยาใหม่	23
2.13 วางถุงน้ำยาลงในภาชนะที่สะอาด	24
2.14 เปิดวาล์วท่อล้างไต	24
2.15 ใช้เวลาปล่อยน้ำยา 15-20 นาที เมื่อปล่อยเสร็จปิดวาล์วท่อล้างไต	25
2.16 Flush Phase: เปิดตัวหนีบสีน้ำเงินสายน้ำยาใหม่ นับ 1-5 ซ้ำๆ	25
2.17 ปิดตัวหนีบสีน้ำเงินที่สายปล่อยน้ำทิ้ง	26
2.18 Fill Phase: เปิดวาล์วที่ท่อล้างไตเพื่อปล่อยน้ำยาเข้าในช่องท้อง	26
2.19 ปล่อยน้ำยาเข้าจนหมดใช้ 5-10 นาที เสร็จแล้วปิดวาล์ว และปิดตัวหนีบสีน้ำเงินที่สายน้ำยาใหม่	27
2.20 เปิดช่องจุดปิดสีขาวยกกับโต๊ะ และตรวจสอบฟองน้ำว่ามีเบต้าดีซุ่ม	27
2.21 การปลอดสายน้ำยากับสายต่อท่อล้างไต	28
2.22 การปิดจุก	28
3.1 แสดงไดอะแกรมกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	33
3.2 วงจรชีวิตซิงเพาเวอร์ซัพพลาย	35
3.3 การต่อสเตรนเกจเข้ากับวงจรบริดจ์	35
3.4 วงจรขยายอินสตรูเมนต์	36
3.5 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโน่ (ซึ่งนำหนักและวัดอัตราการเต้นของหัวใจ)	38
3.6 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโน่ (ชุดบันทึกข้อมูล)	39
3.7 โมดูลชาร์จแบตเตอรี่	39

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.8 วงจรชาร์จแบตเตอรี่	40
3.9 โมดูลแสดงระดับแบตเตอรี่	41
3.10 โมดูลวัดอัตราการเต้นของหัวใจ	41
3.11 วงจรรวมของระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้อง	42
3.12 ผังงานของโปรแกรมระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้อง	45
3.13 แบบจำลองและของจริงระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ	48
3.14 ถู่น้ำยาล้างไตผ่านช่องท้องและจุกปิดสีขาว	49
3.15 สมุดจดบันทึก	49
3.16 โครงสร้างระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ	50
3.17 วงจรชุดอุ่นน้ำยาล้างไต	51
3.18 โมดูลเซนเซอร์วัดอุณหภูมิแบบไร้สัมผัส	52
3.19 แบบจำลองและของจริงของชุดอุ่น	52
4.1 อุปกรณ์การทดลองการตรวจสอบสภาพความเที่ยงตรงของน้ำหนัก	53
4.2 ผลการทดลองในช่วงน้ำหนัก 1500 กรัม	55
4.3 วิธีการสอบเทียบ	56
4.4 แอปพลิเคชันวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Instant Heart Rate)	56
4.5 ผลการทดลองในช่วงวัดอัตราการเต้นของหัวใจ จากคนทดลองที่ 10	63
4.6 ไมโครซอฟท์ เอกซ์เซล (Microsoft Excel)	65
4.7 ตารางบันทึกผลภายในไฟล์บันทึกผลการทดลอง	68
4.8 ค่าทดลองแสดงผ่านทางหน้าจอแอลซีดี	68
4.9 การอุ่นถู่น้ำยาล้างไต	69
4.10 ผลการทดลองชุดอุ่น	70
4.11 การทดลองชั่งน้ำยาล้างไตจากโรงพยาบาลชุมพรเขตรอุดมศักดิ์	71

สารบัญรูปรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.12 การทดลองวัดอัตราการเต้นของหัวใจจากโรงพยาบาลชุมพรเขตรอุดมศักดิ์	72
4.13 ข้อมูลทางการแพทย์ของการทดลองจริงของผู้ป่วย 1-8	80
4.14 การทดลองการใช้งานระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ ณ โรงพยาบาลชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร 1	83
4.15 การทดลองการใช้งานระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ ณ โรงพยาบาลชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร 2	83
4.16 การทดลองการใช้งานระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ ณ โรงพยาบาลชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร 3	84
4.17 การทดลองการใช้งานระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ ณ โรงพยาบาลชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร 4	84

บทที่ 1

บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ของงานวิจัย สมมุติฐานของการศึกษา ทฤษฎี หรือแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย ขอบเขตของงานวิจัย ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และแผนการถ่ายทอดเทคโนโลยี

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โรคไตเป็นภัยคุกคามต่อสุขภาพปัจจุบันคนไทยทั่วประเทศ ป่วยเป็นโรคไตเรื้อรัง ประมาณ 8 ล้านคน ในจำนวนนี้เป็นผู้ป่วยโรคไตระยะสุดท้ายที่ต้องรับการบำบัดทดแทนไต ด้วยการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม ล้างไตทางหน้าท้องและปลูกถ่ายไต ถึง 70,000 คนมีผู้ป่วยไตวายเรื้อรังระยะสุดท้าย ที่รอเปลี่ยนไตถึง 40,000 ราย ขณะที่การปลูกถ่ายไตสามารถทำได้เพียงปีละ 400 รายเท่านั้นเนื่องจากขาดแคลนผู้บริจาคไต ซึ่งการรักษาโรคไตเรื้อรังโดยการบำบัดทดแทนไต ต้องใช้ระยะเวลานานหรือตลอดชีวิตของผู้ป่วย ทำให้เป็นภาระค่าใช้จ่ายของครอบครัว และในแต่ละปีรัฐต้องสูญเสียงบประมาณ ในการรักษาผู้ป่วย โดยบำบัดทดแทนไตมากกว่า 3,000 ล้านบาทต่อปี หรือเฉลี่ยรายละ 250,000 บาทต่อปี[1]

จากสถิติดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าโรคไตเรื้อรังเป็นปัญหาทางด้านสาธารณสุขที่สำคัญของประเทศ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างเร่งด่วนที่จะหาแนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าว ซึ่งการรักษาผู้ป่วยไตวายเรื้อรังระยะสุดท้ายแบ่งเป็น 3 วิธีการรักษา คือ การฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม การล้างไตทางหน้าท้อง และการปลูกถ่ายไต โดยวิธีการ 2 ประการแรกเป็นการรักษาเพื่อขจัดของเสีย และน้ำคั่งออกไปจากร่างกายเท่านั้นไม่ได้แก้ที่ต้นเหตุ เนื่องจากภาวะไตวายเรื้อรังยังไม่ได้รับการแก้ไข ดังนั้น ผู้ป่วยจำเป็นต้องได้รับการรักษาไปตลอดจนกว่าจะเสียชีวิต ซึ่งสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.) ร่วมกับศูนย์การแพทย์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ มีนโยบายให้ผู้ป่วยโรคไตวายเรื้อรังรักษาด้วยวิธีการล้างไตผ่านทางช่องท้องการล้างไตทางหน้าท้องจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ใช้ในการบำบัดรักษาให้ผู้ป่วยที่เป็นโรคไตวายเรื้อรัง เนื่องจากการปลูกถ่ายไตนั้นต้องรอเวลา และจังหวะการบริจาคไต รวมถึงความเข้ากันได้ของไตที่ได้รับบริจาค กับผู้ป่วย แต่ทั้งนี้การล้างไตผ่านช่องท้องก็มีข้อจำกัดในหลายด้านด้วยกันเช่น จำเป็นต้องมีสายท่อล้างไตแบบถาวรยื่นออกมาจากร่างกายมีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ จำเป็นต้องกำหนดตารางเวลาการเปลี่ยนถ่ายน้ำยาล้างไตให้เป็นหนึ่งในกิจวัตรประจำวันตลอดสัปดาห์ทุกครั้งที่มีการล้างท้องจะต้องมีการจดบันทึก วัน เวลา ปริมาณน้ำยาพีดีเข้า-ออก สีของน้ำยาพีดีที่ปล่อยออกจากช่องท้อง

ทั้งนี้สืบเนื่องจากโครงการวิจัยในปีงบประมาณ 2559 ซึ่งคณะผู้วิจัยได้รับงบประมาณสนับสนุนโครงการวิจัยเรื่อง ระบบควบคุมอัตโนมัติ เพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังเปลี่ยนถ่ายน้ำยาล้างไตทางช่องท้องอย่างต่อเนื่องด้วยตนเอง ซึ่งจากผลการศึกษาวิจัย ร่วมกับศูนย์รักษาโรคไม่ติดต่อเรื้อรังโรงพยาบาลสมุทรสาคร ได้เจอข้อปัญหาการบันทึกข้อมูลที่เกิดผิดพลาดไม่เป็นความจริง (ผู้ป่วยบันทึกข้อมูลบิดเบือนเนื่องจากไม่เห็นข้อมูลสำคัญของข้อมูล) และผู้ป่วยมีการหอบหืด เหนื่อยเนื่องจากผู้ป่วยโรคไตมักจะมีอาการบวมหน้า และก่อให้เกิดโรคหัวใจโต อัตราการเต้นหัวใจผิดปกติ นอกจากนี้อุณหภูมิของน้ำยาพีดีที่ปล่อยเข้าสู่ท้องผู้ป่วยก็มีผลต่ออัตราการแลกเปลี่ยนของเสียผ่านผนังหน้าท้องผู้ป่วย และมีผลต่อปริมาณน้ำออกจากช่องท้องผู้ป่วย ดังนั้นจึงมีการเสนอข้อคิดเห็นร่วมกันเพื่อ

ลด และแก้ปัญหาดังกล่าว โดยสรุปข้อเสนอแนะให้พัฒนาระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจพร้อมทั้งระบบเก็บข้อมูลการล้างไตเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลให้แพทย์ติดตาม และวางแผนการรักษาผู้ป่วยต่อไป (โดยปกติข้อมูลนี้จะนำมาพบแพทย์ตามนัด หากผลของข้อมูลที่บันทึก เช่น อัตราการเต้นหัวใจไม่คงที่ น้ำยาออกน้อย แพทย์จะนัดเดือนละครั้ง ถ้าผู้ป่วยดูแลตัวเองดี แพทย์จะนัดทุก 6 เดือน) และเพิ่มระบบตรวจวัดอุณหภูมิน้ำยาฟิดี และอุณหภูมิน้ำยา ก่อนปล่อยเข้าสู่ช่องท้องผู้ป่วยล้างไต (อุณหภูมิน้ำยาฟิดีควรอยู่ที่ 37 หรือ 38°C)

คณะผู้วิจัยได้ตระหนักถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน จึงได้ถือเป็นตัวชี้วัดหลักเพื่อพัฒนาออกแบบระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกข้อมูลสุขภาพ พร้อมทั้งควบคุมระดับอุณหภูมิหรือระบบอุ่นน้ำยาฟิดีเพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังเปลี่ยนถ่ายน้ำยาล้างไตทางช่องท้องอย่างต่อเนื่องด้วยตนเองที่บ้านโดยเป็นระบบที่สามารถตรวจวัด และบันทึกอัตราการเต้นหัวใจ วันที่ เวลาที่ใช้ในการเข้า-ออกของน้ำยาฟิดี ปริมาณน้ำยาฟิดีเข้าสู่ช่องท้อง ปริมาณน้ำยาฟิดีออกจากช่องท้อง และระบบตรวจวัดอุณหภูมิ และอุณหภูมิน้ำยาฟิดีก่อนการปล่อยน้ำยาฟิดีเข้าสู่ช่องท้องผู้ป่วยไตวายเรื้อรัง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

โครงการวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ความรู้ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการศึกษา และออกแบบระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ เพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยไตวายเรื้อรังเปลี่ยนถ่ายน้ำยาล้างไตทางช่องท้องอย่างต่อเนื่องด้วยตนเองซึ่งวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยมีดังนี้

- เพื่อศึกษา และออกแบบระบบการตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ(Heart rate)สำหรับผู้ป่วยโรคไตวายเรื้อรังที่รักษาด้วยวิธีการล้างไตผ่านช่องท้อง
- เพื่อศึกษา และออกแบบระบบที่สามารถบันทึก วันที่ เวลาที่ใช้ในการเข้า-ออกของน้ำยาฟิดี ปริมาณน้ำยาฟิดีที่เข้าสู่ช่องท้อง ปริมาณน้ำยาฟิดีที่ออกจากช่องท้อง และที่สำคัญคือ อัตราการเต้นหัวใจ (เพื่อเฝ้าระวังโรคแทรกซ้อนที่เกี่ยวข้องกับโรคหัวใจ)โดยข้อมูลทั้งหมดจำเป็นต้องใช้เป็นฐานข้อมูลให้กับแพทย์เจ้าของไข้ สำหรับติดตาม และดูแลผู้ป่วยหรือคนไข้โรคไตวายเรื้อรัง
- เพื่อศึกษา และออกแบบระบบอุ่นน้ำยาฟิดีก่อนการปล่อยน้ำเข้าสู่ช่องท้องผู้ป่วยไตวายเรื้อรัง
- เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสม และประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภายในประเทศให้เกิดประโยชน์สูงสุด ลดอาการเครียดเพื่อสุขภาพที่ดีของผู้ป่วยไต
- เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานที่ง่าย และให้ผู้ป่วยพึ่งพาตนเองในการล้างไตผ่านช่องท้อง โดยการใช้ระบบการประมวลผลด้วยเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว (ไมโครคอนโทรลเลอร์) เพื่อเพิ่มความสะดวก แก่ผู้ป่วย
- เพื่อการพัฒนาศักยภาพในการแข่งขัน และการพึ่งพาตนเองทางด้านชีวการแพทย์
- เพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัย เชิงประยุกต์โดยแนวทางใหม่
- กระตุ้นให้เกิดการวิจัยในเชิงวิศวกรรมระดับสูง และเผยแพร่ต่อสาธารณะ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ภายในปีงบประมาณ 2561 จะทำศึกษาออกแบบวงจร ระบบวิธีการวัด และเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการควบคุมระดับอุณหภูมิของน้ำยาพีดีก่อนนำเข้าสู่ห้องห้อง ระบบการบันทึกข้อมูล กระบวนการทางกลสำหรับการชั่งน้ำหนัก ปริมาณน้ำยาพีดีเข้า-ออกจากห้องห้อง และกระบวนการอุ่นน้ำยาพีดี รวมทั้งทำการทดสอบให้มีประสิทธิภาพทั้งในด้านความถูกต้อง และใช้งานได้ง่าย ซึ่งจะศึกษาส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ออกแบบระบบเซ็นเซอร์ เพื่อตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจของผู้ป่วยไตเรื้อรังที่รักษาด้วยการล้างไตผ่านช่องท้องด้วยตนเองที่บ้าน
- ออกแบบระบบเซ็นเซอร์ เพื่อตรวจวัด และควบคุมระดับอุณหภูมิน้ำยาพีดีก่อนปล่อยสู่ห้องห้องของผู้ป่วยไตเรื้อรังที่รักษาด้วยการล้างไตผ่านช่องท้อง
- ออกแบบระบบเซ็นเซอร์ เพื่อตรวจวัดปริมาณการนำน้ำยาพีดีเข้า-ออกจากห้องห้องของผู้ป่วยไตเรื้อรังที่รักษาด้วยการล้างไตผ่านช่องท้อง
- ออกแบบระบบเวลาจริงเพื่อใช้เป็นฐานเวลาในการบันทึกช่วงเวลาของผู้ป่วยทำกิจกรรมการรักษาหรือการล้างไตผ่านช่องท้องด้วยตนเองที่บ้าน
- ออกแบบระบบการบันทึกข้อมูล วันที่ เวลาการเปลี่ยนถ่ายน้ำยาล้างไต ปริมาณน้ำยาพีดีเข้า ปริมาณน้ำยาพีดีออก ในรอบวัน เพื่อเป็นฐานข้อมูลสำหรับแพทย์ในรอบหนึ่งเดือน เพื่อการประเมินดูแลผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังที่รักษาด้วยการล้างไตผ่านช่องท้อง
- ระบบคำนวณพร้อมทั้งแสดงผลปริมาณต่อวันที่ผู้ป่วยไตสามารถดื่มได้ ในรอบวันเพื่อป้องกันการบวมน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังที่รักษาด้วยการล้างไตผ่านช่องท้อง

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

สำหรับงานวิจัยนี้จะดำเนินงาน ศึกษากระบวนการตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ เพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังเปลี่ยนถ่ายน้ำยาล้างไตทางช่องท้องอย่างต่อเนื่องด้วยตนเองโดยจะแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นการออกแบบระบบทางอิเล็กทรอนิกส์ การควบคุม การประมวลผลและระบบทางกล ส่วนที่สองเป็นการทดลองหรือทดสอบระบบเพื่อการใช้งานด้วยการจำลองในห้องปฏิบัติการ และนำไปทดสอบโดยให้ผู้เกี่ยวข้อง เช่น แพทย์ หรือพยาบาล หรือ ผู้ป่วยโรคไตวายเรื้อรังได้มีโอกาสใช้งานจริง ซึ่งการดำเนินการวิจัยมีขั้นตอนดังนี้

1.3.1 รวบรวมข้อมูลการรักษาโรคไตวายเรื้อรัง และการรักษาด้วยวิธีการต่าง โดยเฉพาะการล้างไตผ่านช่องท้องแบบต่อเนื่องด้วยตัวเอง รวบรวมข้อมูลการวัดอัตราการเต้นหัวใจและระบบการอุ่นน้ำยา เพื่อออกแบบเป็นระบบการวัด ระบบควบคุม และระบบการเก็บข้อมูล

1.3.2 ส่วนของการออกแบบระบบทางอิเล็กทรอนิกส์ ระบบควบคุม และประมวลผล แยกเป็นการออกแบบแต่ละส่วนดังต่อไปนี้

- ออกแบบระบบการตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจของผู้ป่วยไตเรื้อรัง
- ออกแบบระบบการตรวจวัด และการควบคุมระดับอุณหภูมิน้ำยาพีดีก่อนปล่อยสู่ห้องห้องของผู้ป่วยไตเรื้อรัง
- ออกแบบระบบการตรวจวัดปริมาณการนำน้ำยาพีดีเข้า-ออกจากห้องห้องของผู้ป่วยไตเรื้อรัง

- ออกแบบระบบเวลาจริงเพื่อใช้เป็นฐานเวลาในการบันทึกช่วงเวลาของผู้ป่วยทำการล้างไตผ่านช่องท้องที่บ้าน

- ออกแบบระบบการบันทึกข้อมูล วันที่ เวลา อัตราการเต้นหัวใจ ปริมาณน้ำยาฟิซีซ่า ปริมาณน้ำยาฟิซีออก ในรอบวัน

- ออกแบบการคำนวณพร้อมทั้งแสดงผลปริมาณต่อวันที่ผู้ป่วยไตสามารถดื่มได้ ในรอบวันเพื่อป้องกันการบวมสำหรับผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังที่รักษาด้วยการล้างไตผ่านช่องท้อง

1.3.3 การทดลอง และการสอบเทียบมาตรฐาน หลังจากออกแบบระบบโดยรวมเสร็จเรียบร้อยแล้วจะเป็นการทดลองเก็บผลเพื่อสอบเทียบกับวิธีมาตรฐานโดยแบ่งเป็นการทดลองต่างดังนี้

การทดลองที่ 1 การสอบเทียบมาตรฐานของระบบอิเล็กทรอนิกส์และการควบคุม

ในการทดลองนี้จะทำการทดลองความถูกต้องในการตรวจวัดของระบบเซนเซอร์แต่ละชนิดดังที่กล่าวมาแล้วในข้างต้น (เช่นการวัดอัตราการเต้นหัวใจ ระดับอุณหภูมิ น้ำยา น้ำหนักของน้ำยา) เพื่อสอบเทียบกับวิธีการมาตรฐาน พร้อมทั้งคำนวณหาค่าความผิดพลาด รวมทั้งทดลองความถูกต้องในการเก็บข้อมูล การแสดงผล และความถูกต้องของระบบการอุ่นน้ำยา

การทดลองที่ 2 การทดลองประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ

เมื่อระบบเซนเซอร์ทำงานถูกต้องได้มาตรฐานแล้ว ในการทดลองนี้จะทำการทดลองระบบโดยรวมด้วยการประกอบระบบทั้งหมดเข้ากับระบบโครงสร้าง และทำการทดสอบกับหุ่นจำลองเทียบกับการทำงานจริงเมื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทดลองใช้งาน เพื่อให้ทราบถึงข้อจำกัด และเทคนิคอื่นๆเพิ่มเติมเพื่อการพัฒนาต่อไป

1.3.4 ปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบให้มีคุณภาพเป็นที่น่าพอใจมากยิ่งขึ้นเช่น การพัฒนาโครงสร้างภายนอกเพิ่มเติม หรือการพัฒนาโปรแกรม เป็นต้น.....

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เมื่อเสร็จสิ้นโครงการวิจัยแล้วผลสำเร็จและความคุ้มค่าของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับนี้เป็นผลสำเร็จเบื้องต้น(P) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- ระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ เพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังเปลี่ยนถ่ายน้ำยาล้างไตทางช่องท้องอย่างต่อเนื่องด้วยตนเองที่มีประสิทธิภาพ ราคาต่ำ และเสริมสร้างสุขภาพที่ดีแก่ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง

- ระบบวัดอุณหภูมิ และ อุณหภูมิเพื่อให้ได้น้ำยาที่มีระดับอุณหภูมิใกล้เคียงอุณหภูมิร่างกายก่อนถ่ายน้ำยาเข้าสู่ช่องท้องผู้ป่วยโรคไตวายที่ล้างไตผ่านช่องท้อง

- ระบบบันทึกข้อมูลเวลา ปริมาณการเปลี่ยนถ่ายน้ำยาฟิซีซ่า เข้า ออกจากช่องท้องผู้ป่วยโรคไตวายที่ล้างไตผ่านช่องท้อง

- สามารถพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสม และประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภายในประเทศให้เกิดประโยชน์สูงสุดเพื่อผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง

- พัฒนาระบบฐานข้อมูล และการเข้าถึงผู้ป่วยของแพทย์ และเจ้าหน้าที่ดูแลผู้ป่วย

- เผยแพร่ผลงานในแบบบทความ ในวารสารด้านชีวการแพทย์ และวิศวกรรมศาสตร์ การนำเสนอผลงานทางวิชาการ

- กระตุ้นให้เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากมหาวิทยาลัยสู่ชุมชน

-เป็นข้อมูลให้หน่วยงานอื่นที่สนใจได้นำไปใช้ประโยชน์เพื่อการพัฒนาประเทศเช่น ศูนย์ดูแลผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง โรงพยาบาลสงขลา โรงพยาบาลชุมพรเขตรอุดมศักดิ์...

1.5.2 หน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
- ศูนย์ดูแลผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง
- หน่วยงานภาครัฐ เอกชน คลินิกและโรงพยาบาลทั่วไป...(เป้าหมายโรงพยาบาลชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ และ/หรือโรงพยาบาลสงขลา)

1.6 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

เมื่อเสร็จสิ้นการวิเคราะห์ และทดลองในห้องปฏิบัติการแล้ว จะทำการถ่ายทอดเทคนิคให้กับหน่วยงาน และกลุ่มผู้สนใจ ทำการเผยแพร่ผลงานในรูปแบบบทความ ในวารสารหรือการประชุมวิชาการ ด้านวิศวกรรมศาสตร์ และชีวการแพทย์ การตีพิมพ์ในรูปแบบงานวิจัย และการเสนอผลงานทางวิชาการในระดับชาติ หรือนานาชาติ และถ่ายทอดให้นักศึกษาเพื่อเพิ่มศักยภาพด้านการเรียนการสอน

บทที่ 2

ทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึง ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการทำโครงการวิจัย โดยมีการศึกษาในทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยอันประกอบด้วย พื้นฐานโรคไตวาย การล้างไต ขั้นตอนการเปลี่ยนน้ำยาในระบบ Twin bag ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 ไต และโรคไต

ไตคืออะไร : ไตเป็นอวัยวะมีสองอันลักษณะคล้ายเมล็ดถั่ว ขนาดประมาณกำปั้นมือ อยู่ข้างกระดูกสันหลังบริเวณบั้นเอว

ไต มีหน้าที่ ดังนี้

1. กำจัดของเสีย

ของเสียที่ไตกำจัดเรียกว่า “ยูเรีย” (urea) และ “ครีเอตินิน”(Creatinine)

2. ควบคุมปริมาณน้ำในร่างกาย

ไตช่วยรักษาสมดุลในร่างกายและช่วยกำจัดน้ำส่วนเกินออกจากเลือด

3. ควบคุมความดันโลหิต

ไตช่วยควบคุมความดันโลหิตให้อยู่ในระดับคงที่ทำให้เลือดไหลเวียนไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกายอย่างเพียงพอ ซึ่งการควบคุมความดันโลหิตให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ มีความสำคัญในการป้องกันโรคหัวใจ เพราะหากความดันโลหิตสูงมาก จะทำให้หัวใจทำงานหนักมากขึ้น

4. ช่วยในการผลิตเม็ดเลือดแดง

ไตผลิตฮอร์โมน “อีริโทรโพอิติน” ช่วยกระตุ้นร่างกายให้สร้างเม็ดเลือดแดง

5. ช่วยให้กระดูกแข็งแรง

ไตช่วยรักษาระดับฟอสฟอรัสและแคลเซียมให้อยู่ในภาวะสมดุลเพื่อช่วยให้กระดูกแข็งแรง เมื่อไตไม่ทำงานตามปกติจะเป็นอย่างไร

เมื่อไตไม่ทำงานตามปกติ การทำหน้าที่ทั้ง 5 ประการจะเสียไปและเกิดความไม่สมดุลต่างๆ ของร่างกาย ดังนี้

- รู้สึกไม่สุขสบาย

เนื่องจากมีของเสียสะสมในเลือดมากขึ้น ทำให้รู้สึกไม่สุขสบาย เช่น รู้สึกง่วงซึม สับสน คลื่นไส้ และเบื่ออาหาร

- ชีตและเหนียวง่าย
เมื่อไตไม่สามารถให้ร่างกายสร้างเม็ดเลือดแดงจึงทำให้ผู้ป่วยมี “ภาวะซีด”
 - บวมบริเวณเท้า และรอบๆ ดวงตา
เมื่อไตกำจัดน้ำส่วนเกินไม่ได้ น้ำจะสะสมในร่างกายมากขึ้นทำให้การรับรสอาหารเปลี่ยนไป ความอยากอาหารลดลงและรู้สึกคลื่นไส้อาเจียน เมื่อไตทำงานลดลงมากกว่า 90% ของหน้าที่เดิมผู้ป่วยจะเข้าสู่ภาวะไตวายเรื้อรังอย่างถาวร และไตไม่สามารถกลับมาทำงานได้เหมือนเดิม เพราะเซลล์ตัวกรองของไตที่เรียกว่า “เนฟรอน” ถูกทำลายไป
- สาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะไตวายเรื้อรัง ได้แก่
- เบาหวาน
 - ความดันโลหิตสูง
 - การติดเชื้อที่เป็นซ้ำๆ ในไต
 - นิ่วในไต
 - ไตอักเสบ
 - สาเหตุอื่น ๆ เช่น โรคถุงน้ำในไต ควบคู่กับการรับประทานยาที่เหมาะสมกับโรค จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดของเสียและน้ำส่วนเกินในเลือด ซึ่งจะทำให้ผู้ป่วยรู้สึกสุขสบายขึ้น

โรคไตเรื้อรัง (Chronic kidney disease/CKD)

โรคไตเรื้อรัง (Chronic kidney disease/CKD) เป็นโรคที่เป็นปัญหาสาธารณสุขโรคหนึ่ง ซึ่งจำนวนผู้ป่วยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทั้งในประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศที่กำลังพัฒนา โรคไตเรื้อรัง แบ่งเป็น 5 ระยะตามระดับอัตราการกรองของไต หรือ อัตราการทำงานของไต (Estimated Glomerular filtration rate/eGFR))

- **ระยะที่ 1**ไตมีพยาธิสภาพโดยที่ยังมีค่า eGFR มากกว่าหรือเท่ากับ 90 ซีซี/ลูกบาศก์เซนติ เมตร (CC/Cubic centrimetre) ต่อนาทีต่อพื้นที่ผิวกาย 1.73 ตารางเมตร
- **ระยะที่ 2, 3, 4** เป็นระยะที่ไตมีพยาธิสภาพ โดยมีค่า eGFR น้อยกว่า 90, 60, 30 ซีซี ต่อนาทีต่อพื้นที่ผิวกาย 1.73 ตารางเมตร ตามลำดับ
- **และโรคไตเรื้อรังระยะที่ 5** หรือโรคไตระยะสุดท้าย (End stage kidney disease) มีค่า eGFR น้อยกว่า 15 ซีซีต่อนาทีต่อพื้นที่ผิวกาย 1.73 ตารางเมตร เป็นระยะที่จำเป็นต้องรักษาโดยการทดแทนไต

(Renal replacement therapy หรือ Chronic renal replacement therapy/CRRT) ด้วยการล้างไต (Kidney dialysis หรือ Renal dialysis) หรือ การเปลี่ยนไต (การผ่าตัดปลูกถ่ายไต/Kidney transplantation)

โรคไตเรื้อรังระยะแรกๆ ผู้ป่วยจะยังไม่มีอาการ ต่อมาเมื่อผู้ป่วยมีการเสื่อมของไตมากขึ้นโดยเฉพาะโรคไตเรื้อรังระยะที่ 4 หรือระยะที่ 5 จะมีภาวะแทรกซ้อน/ผลข้างเคียง ได้แก่ โลหิตจาง/ซีด ภาวะความดันโลหิตสูง มีความผิดปกติของสมดุลน้ำและเกลือแร่ มีการคั่งของของเสีย ทำให้ผู้ป่วยมีอาการบวม มีภาวะน้ำท่วมปอด ปัสสาวะออกน้อยลง มีอาการอ่อนเพลีย หอบเหนื่อย คลื่นไส้ อาเจียน ไม่อยากอาหาร ในบางรายอาจมีอาการทางระบบประสาท เช่น อาการซึม หรืออาการชัก รวมทั้งผู้ป่วยมีโอกาสเสียชีวิตได้สูงขึ้น ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังที่มีภาวะแทรกซ้อนจะมีความเสี่ยงสูงในการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดซึ่งพบว่าเป็นสาเหตุหลักของการเสียชีวิตของผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง

ในประเทศที่พัฒนาแล้วรวมทั้งเริ่มมีแนวโน้มในประเทศกำลังพัฒนาซึ่งรวมถึงประเทศไทยเช่นกัน สมาคมโรคไตแห่งประเทศไทยได้ดำเนินโครงการคัดกรองและประเมินเบื้องต้นในผู้ป่วยโรคไต (SEEK project: Screening and Early Evaluation of Kidney Disease Project) ในช่วงปีพ.ศ. 2551 และได้รายงานความชุกของโรคไตเรื้อรังทุกระยะดังนี้ (ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 ความชุกของโรคไตเรื้อรังในประชากรไทย

เพศ	ความชุกของโรคไตเรื้อรัง แบ่งตามระยะของโรค (%)				รวม
	ระยะที่ 1	ระยะที่ 2	ระยะที่ 3	ระยะที่ 4 เป็นต้นไป	
ชาย	2.6	5.9	6.9	0.9	16.3
หญิง	3.8	5.5	8.1	1.3	18.7
รวม	3.3	5.7	7.6	1.1	317.6
	8.9		8.6		

จากข้อมูลทางสถิติข้างต้น ทำให้คาดการณ์ได้ว่าปัจจุบันมีประชากรไทยป่วยเป็นโรคไตเรื้อรังตั้งแต่ระยะที่ 3 เป็นต้นไป ประมาณ 5.5 ล้านคน โดยสาเหตุส่วนใหญ่ของโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายเกิดจาก โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคไตอักเสบ และโรคหัวใจ

หลักสำคัญของการรักษาโรคไตเรื้อรังในระยะเบื้องต้นคือ การรักษาที่สาเหตุของโรคและให้การรักษาเพื่อชะลอความเสื่อมของไต การรักษาจึงประกอบด้วยยาเพื่อควบคุมระดับความดันโลหิตและระดับน้ำตาลในเลือดให้ได้ตามเป้าหมาย ร่วมกับการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพโดยเฉพาะอย่างยิ่งการลดการบริโภคเกลือโซเดียมและโปรตีน การให้ยาให้ถูกต้องและการออกกำลังกาย

เมื่อผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังมีความเสื่อมของไตเข้าช่วงท้ายของโรคไตระยะที่ 4 หรือระยะที่ 5 ซึ่งเป็นระยะที่เริ่มมีอาการแทรกซ้อนต่างๆดังที่กล่าวไปแล้ว แพทย์และพยาบาลจะให้คำแนะนำ และเตรียมความพร้อมสำหรับการบำบัดทดแทนไตเพื่อรักษาอาการแทรกซ้อนต่างๆ และเพื่อช่วยให้ผู้ป่วยมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

ตารางที่ 2.2 จำนวนผู้ป่วยรวมทั้งหมดที่ได้รับการบำบัดทดแทนไตในปี พ.ศ. 2551-2553

วิธีการรักษา	ปี 2551		ปี 2552		ปี 2553	
	จำนวนผู้ป่วยรวม	จำนวนผู้ป่วยต่อประชากร 1 ล้านคน	จำนวนผู้ป่วยรวม	จำนวนผู้ป่วยต่อประชากร 1 ล้านคน	จำนวนผู้ป่วยรวม	จำนวนผู้ป่วยต่อประชากร 1 ล้านคน
การฟอกเลือดด้วยไตเทียม	26,438	417.1	27,056	425.9	30,835	9482.6
การล้างไตทางช่องท้อง	2,760	43.5	5,133	80.8	6,829	106.9
การผ่าตัดปลูกถ่ายไต	2,298	36.3	2,923	46	3,181	49.8
รวม	31,496	496.9	35,112	552.8	40,845	639.3

ตารางที่ 2.3 จำนวนผู้ป่วยใหม่ที่ได้รับการบำบัดทดแทนไตในแต่ละปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551-2553

วิธีการรักษา	ปี 2551		ปี 2552		ปี 2553	
	จำนวนผู้ป่วยรวม	จำนวนผู้ป่วยต่อประชากร 1 ล้านคน	จำนวนผู้ป่วยรวม	จำนวนผู้ป่วยต่อประชากร 1 ล้านคน	จำนวนผู้ป่วยรวม	จำนวนผู้ป่วยต่อประชากร 1 ล้านคน
การฟอกเลือดด้วยไตเทียม	4,688	73.96	3,991	62.83	6,244	97.73
การล้างไตทางช่องท้อง	1,330	20.98	3,532	55.6	4,979	77.93
การผ่าตัดปลูกถ่ายไต	342	5.39	308	4.84	354	5.54
รวม	6,360	100.34	7,825	123.28	11,577	181.2

การบำบัดทดแทนไตคือ อะไร และมีกี่วิธี

การบำบัดทดแทนไต เป็นกระบวนการการรักษาเพื่อทดแทนไตที่ไม่สามารถทำงานได้เองอย่างเพียงพอ เพื่อช่วยให้มีการขจัดของเสียที่คั่งอยู่ในร่างกาย ขจัดน้ำส่วนเกินจากร่างกาย รักษาสมดุลน้ำและเกลือแร่ต่างๆ และรักษาภาวะแทรกซ้อน/ผลข้างเคียงที่เกิดจากภาวะไตวายเรื้อรัง เพื่อช่วยให้ผู้ป่วยสามารถมีชีวิตอยู่รอดได้ และมีคุณภาพชีวิตที่ดีพอสมควร

การบำบัดทดแทนไตมี 3 วิธี คือ

1. การฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม (Hemodialysis)
2. การล้างไตทางช่องท้อง (Peritoneal Dialysis)
3. การผ่าตัดปลูกถ่ายไต (Kidney transplantation)

คณะอนุกรรมการลงทะเบียนรักษาทดแทนไตของสมาคมโรคไต ได้รายงานข้อมูลผู้ป่วยที่ได้รับการบำบัดทดแทนไตในประเทศไทย ดังตารางที่ 2.2 และ 2.3

จากตารางที่ 2.2 และ 2.3 พบว่าจำนวนผู้ป่วยโรคไตวายเรื้อรังทั้งหมดที่เข้ารับการรักษามีชีวิตรอดทั่วประเทศไทยจนถึงวันสิ้นปี พ.ศ. 2553 พบว่ามีจำนวนผู้เข้ารับการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมมากถึง 30,835 คน มีผู้ป่วยฟอกล้างช่องท้องถาวรจำนวน 6,829 คน และมีผู้ที่ได้รับการผ่าตัดปลูกถ่ายไตจำนวน 3,181 คน รวมทั้งสิ้นคิดเป็นสัดส่วนผู้รับการรักษาทั้งสามวิธีเท่ากับ 639.3 รายต่อประชากร 1 ล้านคน และหากดูจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับการรักษาใหม่ในปี พ.ศ. 2553 ทั้งหมดพบว่ามีจำนวนทั้งสิ้นมากถึง 11,577 รายต่อปีคิดเป็น 181.20 รายต่อประชากร 1 ล้านคน และถึงแม้ว่าจะมีผู้ป่วยใหม่ที่ได้รับการผ่าตัดปลูกถ่ายไตเพิ่มขึ้นปีละประมาณ 300 รายต่อปี แต่พบว่า มีผู้ป่วยใหม่ที่ได้รับการล้างไตทางช่องท้องปีละมากกว่า 4,000 ราย และมีผู้ป่วยใหม่ที่ได้รับการฟอกเลือดด้วยไตเทียมปีละมากกว่า 6,000 ราย ทำให้มีผู้ป่วยรอรับบริจาคไตอีกเป็นจำนวนมาก และมีผู้เสียชีวิตระหว่างการรอรับอวัยวะบริจาคไตอีกจำนวนไม่น้อย ดังนั้น ระหว่างรอรับบริจาคไต ผู้ป่วยโรคไตวายเรื้อรังระยะสุดท้าย ควรได้รับการดูแลบำบัดทดแทนไตอย่างเหมาะสม เพื่อการมีคุณภาพชีวิตที่ดี มีชีวิตที่ยืนยาว ไม่เป็นภาระกับครอบครัวและคนรอบข้าง

การบำบัดทดแทนไตทั้ง 3 วิธีแตกต่างกันอย่างไร

- การปลูกถ่ายไต หรือ การเปลี่ยนไต

การผ่าตัดทำโดยวางไตใหม่ไว้ในอุ้งเชิงกรานข้างใดข้างหนึ่งของผู้ป่วย แล้วต่อหลอดเลือดของไตใหม่เข้ากับหลอดเลือดของผู้ป่วย และต่อท่อไตใหม่เข้าไปในกระเพาะปัสสาวะของผู้ป่วย การปลูกถ่ายไตนี้ใช้ไตเพียงข้างเดียวก็พอ ถ้าร่างกายของผู้ป่วยรับไตใหม่ได้ดีและไม่มีภาวะแทรกซ้อน/ผลข้างเคียงอื่นๆ ไตที่ได้รับใหม่จะทำงานได้ดี แต่ผู้ป่วยต้องได้รับยากดภูมิต้านทานตลอดชีวิต และจะต้องอยู่ในความดูแลของแพทย์ตลอดไป/ตลอดชีวิตเช่นกัน หากขาดยากดภูมิต้านทาน ร่างกายจะต่อต้านไตที่ได้รับใหม่ ทำให้ไตใหม่นั้นเสีย และยังเป็นอันตรายถึงชีวิตได้

ปัจจุบันการปลูกถ่ายไตถือเป็นการรักษาภาวะไตวายขั้นสุดท้ายที่ดีที่สุด แต่การรักษาวิธีนี้ก็ยังมีความเสี่ยงอยู่และมีมากกว่าวิธีอื่น แต่ถ้าผลที่ได้รับดีกว่า ผู้ป่วยจะมีชีวิตใกล้เคียงคนปกติมากกว่าวิธีอื่น ผลการรักษาจะดีถ้าเป็นผู้ที่ไม่มีโรคของระบบอื่นนอกเหนือจากโรคไต ไม่มีภาวะติดเชื้อ และอายุไม่มาก เป็นต้น ในการปลูกถ่ายไตแพทย์จึงต้องพิจารณาอย่างละเอียดถี่ถ้วนและรอบคอบ ว่าผู้ป่วยเหมาะสมกับการรักษาด้วยวิธีนี้หรือไม่ รวมทั้งต้องเตรียมความพร้อมทั้งด้านร่างกายและจิตใจให้ผู้ป่วยด้วย มิฉะนั้นผลการรักษาจะไม่ดี และในบางครั้งอาจเสียชีวิตได้

ผู้ป่วยโรคไตที่ไม่เหมาะสมกับการปลูกถ่ายไต หรือผู้ป่วยที่อยู่ระหว่างรอรับการบริจาค ผู้ป่วยต้องบำบัดทดแทนไตไปตลอดชีวิต ซึ่งทำได้ 2 วิธีคือ การฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม และการล้างไตทางช่องท้อง ทั้งสองวิธีไม่ทำให้หายจากโรคไตวาย แต่เป็นการทำงานแทนไตที่เสียไป คือ ล้างเอาน้ำและของเสียออกจากร่างกาย รักษาสมดุลน้ำและเกลือแร่ต่างๆ ซึ่งเมื่อหยุดล้างไต น้ำและของเสียในเลือดก็จะสะสมขึ้นมาอีก ทำให้ผู้ป่วยมีภาวะแทรกซ้อน เช่น อาการบวม อ่อนเพลีย หอบเหนื่อย มีภาวะน้ำท่วมปอด คลื่นไส้ อาเจียน ไม่อยาก

อาหาร ซึ่ม สับสน หรืออาการชัก เป็นต้น เพราะฉะนั้นผู้ป่วยไตวายเรื้อรัง จึงต้องล้างไตอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง เพื่อให้มีคุณภาพชีวิตที่ดี และให้มีชีวิตอยู่ได้เช่นคนทั่วไป
คือ การนำไตของผู้อื่นที่เข้าได้กับผู้ป่วยมาปลูกถ่ายให้กับผู้ป่วย มิใช่การเปลี่ยนเอาไตผู้ป่วยออกแล้วเอาไตผู้อื่นใส่เข้าไปแทนที่ในตำแหน่งไตเดิม

- **การฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม** หรือ ที่เรียกกันทั่วไปว่า "การฟอกเลือด" เป็นการนำเลือดจากหลอดเลือด (ต้องมีการเตรียมหลอดเลือดไว้ล่วงหน้า) ออกจากร่างกาย ผ่านเข้ามาในตัวกรองของเสียที่เครื่องไตเทียมเพื่อดั่งน้ำและของเสียออกจากร่างกาย เลือดที่ถูกกรองแล้วจะไหลกลับเข้าร่างกายทางหลอดเลือดอีกหลอดเลือดหนึ่ง วิธีการนำเลือดเข้า - ออกทางหลอดเลือดนี้คล้ายกับการให้เลือดหรือน้ำเกลือทางหลอดเลือด (มิใช่การผ่าตัดเอาเลือดออกมาล้าง) โดยทั่วไปทำครั้งละ 4-5 ชั่วโมง สัปดาห์ละ 2-3 ครั้ง ผู้ป่วยต้องมาโรงพยาบาลหรือศูนย์ไตเทียมสัปดาห์ละ 2-3 ครั้ง เนื่องจากการฟอกเลือดต้องทำที่ศูนย์ไตเทียมหรือโรงพยาบาล โดยพยาบาลผู้เชี่ยวชาญไตเทียม ในปัจจุบันมีการฟอกเลือดที่บ้าน (Home hemodialysis) แต่ยังไม่เป็นที่แพร่หลายเนื่องจากเป็นภาระและใช้การลงทุนที่ค่อนข้างสูง

- **การล้างไตทางช่องท้อง** วิธีนี้อาศัยเยื่อช่องท้องช่วยกรองของเสียออกจากร่างกาย โดยการใส่น้ำยาเข้าในช่องท้องทางสายพลาสติกที่แพทย์ได้ทำผ่าตัดฝังไว้ในช่องท้อง ทิ้งน้ำ ยาไว้ในช่องท้องประมาณ 4-6 ชั่วโมง แล้วปล่อยน้ำยาออกจากช่องท้องแล้วทิ้งไป น้ำและของเสียในเลือดที่ซึมออกมาอยู่ในน้ำยาจะถูกกำจัดจากร่างกาย ผู้ป่วยและญาติสามารถเปลี่ยนน้ำ ยาได้เองที่บ้าน โดยทั่วไปจะทำการเปลี่ยนน้ำยารวันละ 4 ครั้ง ต้องทำต่อเนื่องทุกวัน ผู้ป่วยและญาติสามารถปรับเปลี่ยนการเปลี่ยนถุงน้ำยาให้เข้ากับกิจวัตรประจำวันของผู้ป่วยได้ โดยขณะที่มีน้ำยาในช่องท้อง ผู้ป่วยสามารถทำงานและมีกิจกรรมได้ตามปกติ

ผู้ป่วยรายใดที่ควรเตรียมตัวเพื่อการบำบัดทดแทนไต เมื่อไรควรเริ่มล้างไต

ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังควรได้รับคำแนะนำให้เตรียมตัวเพื่อการบำบัดทดแทนไต เมื่อเริ่มเข้าสู่โรคไตเรื้อรังระยะที่ 4 (eGFR น้อยกว่า 30 ซีซี/นาที/ต่อพื้นที่ผิวกาย 1.73 ตารางเมตร) โดยผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่ 4 ขึ้นไปและญาติ ควรได้รับความรู้เรื่องโรคไตเรื้อรังและการรักษาโดยการล้างไต การปลูกถ่ายไต และการรักษาแบบประคับประคอง รวมถึงสิทธิประโยชน์ต่างๆที่พึงได้จากรัฐบาล หรือหน่วยงานอื่นๆ

ควรพิจารณาเริ่มทำการล้างไต เมื่ออัตราการกรองของไต (eGFR) น้อยกว่า 10 ซีซี/นาที /พื้นที่ผิวกาย 1.73 ตารางเมตร หรืออาจพิจารณาเมื่ออัตราการกรองของไต (eGFR) 10-15 ซีซี/นาทีต่อ 1.73 ตารางเมตร และมีข้อบ่งชี้ทางคลินิก เช่น

- ภาวะน้ำเกินในร่างกาย (Volume overload) ที่ไม่ตอบสนองต่อยาขับปัสสาวะ
- ภาวะเยื่อหุ้มหัวใจอักเสบหรือเยื่อหุ้มปอดอักเสบที่เกิดจากการคั่งของของเสีย (Uremic pericarditis or pleuritis)
- ภาวะขาดสารอาหาร อ่อนเพลีย คลื่นไส้อาเจียน ไม่อยากอาหาร
- อาการซึ่ม สับสน หรืออาการชัก ที่เกิดจากการคั่งของของเสีย (Uremic encephalopathy)
- ภาวะเป็นกรดของเลือด (Metabolic acidosis) ภาวะโปแตสเซียมสูงในเลือด (Hyper kalemia) ที่ไม่ตอบสนองต่อการใช้ยารักษา

- ภาวะเลือดออกที่เกิดจากการคั่งของของเสีย (Bleeding diathesis due to uremia)

ไม่ควรรอจนอัตราการกรองของไต (eGFR) น้อยกว่า 5 ซีซี/นาที/พื้นที่ผิวกาย 1.73 ตารางเมตร จึงเริ่มการรักษาบำบัดทางไต เนื่องจากการเริ่มล้างไตเมื่อผู้ป่วยมีอาการมากจะมีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนสูงกว่าการเริ่มล้างไตในผู้ป่วยที่มีอาการน้อยกว่า

การล้างไตทางช่องท้อง (PD) คืออะไร

การล้างไตทางช่องท้อง (PD) เป็นการทำความสะอาดเลือดและขจัดของเหลวส่วนเกินออกจากร่างกายโดยใช้ตัวกรองที่มีอยู่ตามธรรมชาติซึ่งก็คือ เยื่อบุผนังช่องท้องของร่างกายนั่นเอง เยื่อบุผนังช่องท้องเป็นเยื่อบางๆ ที่ห่อหุ้มช่องท้อง หรือเป็นเยื่อที่แบ่งช่องในท้อง ซึ่งบรรจุอวัยวะต่างๆ ทั้งกระเพาะอาหาร ม้าม ตับ และลำไส้ น้ำยาล้างไตจะถูกใส่เข้าไปในช่องท้อง เยื่อบุผนังช่องท้องจะทำหน้าที่กรองของเสียและของเหลวออกจากเลือดไปสู่ น้ำยาล้างไต หลังจากนั้น 2-3 ชั่วโมง น้ำยาล้างไตที่มีของเสียอยู่จะถูกปล่อยออกจากช่องท้องและถูกแทนที่ด้วยน้ำยาใหม่ที่เติมเข้าไป ทั้งหมดนี้เรียกว่า การเปลี่ยนถ่ายน้ำยาล้างไตและการแลกเปลี่ยนของเสีย (Exchange) พยาบาลผู้ที่มีประสบการณ์ในการล้างไตทางช่องท้องจะช่วยฝึกสอนให้คุณสามารถทำการล้างไตทางช่องท้องได้ด้วยตนเองที่หน่วยบริการล้างไตในฐานะผู้ป่วยนอกได้ ผู้ป่วยส่วนใหญ่สามารถทำการล้างไตทางช่องท้องได้เองหลังจากได้รับการฝึกอบรมประมาณ 5-7 ครั้ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล

สายท่อล้างไตทางช่องท้อง (Peritoneal Dialysis Catheter)

สายท่อล้างไต (catheter) เป็นสายท่ออ่อนขนาดเล็กที่ใส่เข้าไปในช่องท้องผ่านทางผนังหน้าท้องดังในรูปที่ 2.1 เพื่อเป็นช่องทางให้น้ำยาล้างไตไหลเข้าออก การใส่สายท่อล้างไตเข้าไปในช่องท้องใช้เพียงการผ่าตัดเล็กแบบผู้ป่วยนอก และควรปล่อยให้แผลสมานดีเสียก่อนที่จะเริ่มทำการล้างไต ซึ่งอาจใช้เวลาประมาณ 2-3 สัปดาห์ โดยปกติแล้วสายท่อล้างไตจะไม่สร้างความเจ็บปวด และจะติดอยู่กับร่างกายของผู้ป่วยตลอดการล้างไตทางช่องท้อง



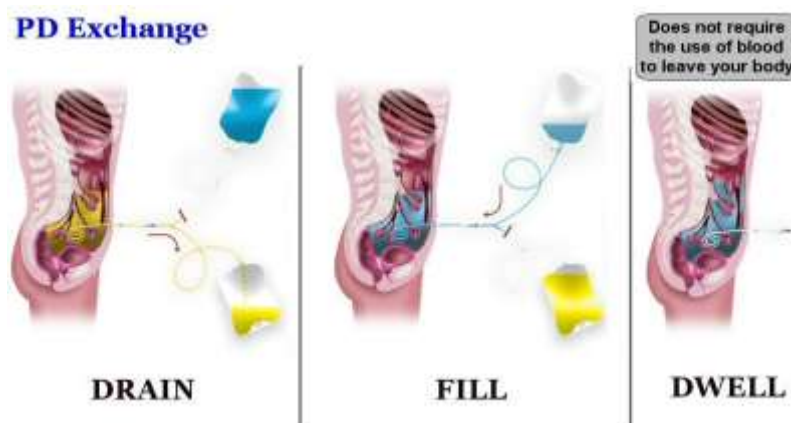
The catheter is usually placed about 1 inch below and to the side of the navel. It is about 1/4 - inch in diameter. Only 4 - 6 inches of it are outside of your body. You and your doctor can plan where to place the catheter so that it is comfortable and hidden by clothing.



รูปที่ 2.1 สายท่อล้างไตที่ต่อจากช่องท้อง

การเปลี่ยนถ่ายน้ำยาล้างไต (Exchange)

การเปลี่ยนถ่ายน้ำยาล้างไต แบ่งเป็น 3 ระยะดังในรูปที่ 2.2 คือระยะปล่อยน้ำยาล้างไตออกจากช่องท้อง ระยะใส่น้ำยาล้างไตกลับเข้าสู่ช่องท้อง และระยะค้ำน้ำยาล้างไตไว้ในช่องท้อง ซึ่งวิธีการล้างไตทางช่องท้องนี้จะไม่มีการสูญเสียเลือดจากร่างกาย



รูปที่ 2.2 การเปลี่ยนถ่ายน้ำยาล้างไต

ควรล้างไตด้วยวิธีไหน การล้างไตในปัจจุบันมี 2 วิธีดังที่กล่าวไปแล้ว คือ การฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม และการล้างไตทางช่องท้อง ซึ่งแต่ละวิธีมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน โดยปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกวิธีล้างไต คือ

- โรคประจำตัวของผู้ป่วย
- มีข้อห้ามในการล้างไตในแต่ละวิธีหรือไม่
- สิทธิการรักษา
- สถานะทางการเงินและสังคมของผู้ป่วย เป็นต้น

ถ้าผู้ป่วยไม่มีปัญหาโรคประจำตัวอื่นนอกจากโรคไตเรื้อรัง ไม่มีข้อห้ามของการล้างไตทั้ง 2 วิธี ไม่มีปัญหาด้านสถานะการเงินและสังคม หรือมีสิทธิการรักษาที่สามารถรักษาได้ทั้ง 2 วิธี ผู้ป่วยกลุ่มนี้สามารถเลือกวิธีการล้างไตได้ทั้ง 2 วิธี

การฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม

ข้อดี คือ ผู้ป่วยและญาติไม่ต้องทำเอง และการฟอกเลือดแต่ละครั้งใช้เวลาไม่มาก นอกจากนี้ การฟอกเลือดสามารถแก้ไขภาวะแทรกซ้อนที่เกิดจากการที่ของเสียคั่ง ภาวะเกลือแร่ผิดปกติ หรือภาวะน้ำท่วมปอดได้อย่างรวดเร็ว เหมาะกับการรักษาในกรณีที่ผู้ป่วยมาด้วยภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรง

ข้อเสีย คือ ต้องมาโรงพยาบาลหรือศูนย์ไตเทียมบ่อย อย่างน้อยอาทิตย์ละ 2-3 ครั้ง ไม่เหมาะสำหรับผู้ป่วยที่มีที่อยู่ห่างไกลหรือไม่สะดวกที่จะมาศูนย์ไตเทียม และ ไม่ได้มีการขจัดของเสียอยู่ตลอดเวลาอย่างการรักษาทางช่องท้อง ส่วนในผู้สูงอายุ หรือในโรคเบาหวาน ที่มีปัญหาเรื่องของหลอดเลือด ไม่สามารถทำหลอดเลือดสำหรับการฟอกเลือดได้ ก็ไม่เหมาะสมกับการฟอกเลือด นอกจากนี้ผู้ป่วยที่มีปัญหาเรื่องโรคหัวใจ และ

หลอดเลือดที่รุนแรง การพอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมอาจจะทำให้สัญญาณชีพ (ชีพจร อัตราการหายใจ อุณหภูมิร่างกาย และความดันโลหิต) ไม่คงที่ (Hemodynamic instability) และ มีความดันโลหิตต่ำขณะพอกเลือดได้

- **การล้างไตทางช่องท้อง มีข้อดี ข้อเสียดังนี้**

ข้อดี คือ มีการขจัดของเสียตลอดเวลา เนื่องจากผู้ป่วยล้างไตทางช่องท้องทุกวัน ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณชีพที่รุนแรงและรวดเร็วเหมือนการพอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม จึงเหมาะกับผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือดที่รุนแรง และช่วยชะลอการสูญเสียการทำงานของไตที่เหลืออยู่ (Residual renal function) ได้ดีกว่า ผู้ป่วยและญาติสามารถทำเองได้ที่บ้าน และไม่ต้องมาโรงพยาบาลบ่อย ผู้ป่วยสามารถทำงานได้ตามปกติ และในกรณีเกิดภัยพิบัติ การล้างไตทางช่องท้องก็จะมีความสะดวกตัวมากกว่า

ข้อเสีย คือ หากไม่ระมัดระวังความสะอาดให้ดีโดยเฉพาะในการเปลี่ยนถุงน้ำยาจะเกิดการติดเชื้อที่บริเวณที่ใส่สายหรือติดเชื้อในช่องท้องได้ (เยื่อช่องท้องอักเสบ) นอกจากนี้ยังไม่เหมาะกับผู้ป่วยตัวใหญ่ ผู้ป่วยที่ไม่เหลือการทำงานของไตเต็มเลย และข้อจำกัดอีกหลายประการของการล้างไตทางช่องท้องคือ ผู้ป่วยที่เคยมีการผ่าตัดแล้วเกิดพังผืดในหน้าท้อง/ช่องท้องอย่างมาก ผู้ที่เคยมีประวัติการผ่าตัดลำไส้ทะลุ ผู้ป่วยที่กำลังมีภาวะติดเชื้อในช่องท้องก่อนที่จะใส่สายล้างไตที่ท้อง ผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของผนังหน้าท้องที่ไม่สามารถแก้ไขได้ จะไม่สามารถล้างไตทางช่องท้องได้

2.2 การล้างไตคืออะไร

การล้างไตคือ การรักษาเพื่อทดแทนการทำงานของไต ในการกำจัดน้ำและของเสียออกจากร่างกายมี 2 วิธี คือ

- การล้างไตทางช่องท้องแบบต่อเนื่อง (Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis: CAPD)
- การพอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม (Hemodialysis: HD)

การล้างไตทางช่องท้องแบบต่อเนื่อง CAPD คืออะไร

การล้างไตทางช่องท้องแบบต่อเนื่อง หมายถึง การใช้น้ำยาล้างไตใส่เข้าไปในช่องท้องและใช้ผนังเยื่อช่องท้องเป็นตัวกรองทำความสะอาดเลือด ต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำยาล้างไต 4 รอบต่อวัน และต้องทำทุกวัน ผนังเยื่อช่องท้องมีลักษณะเป็นเนื้อเยื่อบางๆ บูดอยู่ภายในช่องท้องมีลักษณะคล้ายถุงใบใหญ่ที่ใส่วัยวะภายในต่างๆ เช่น กระจาอาหาร ลำไส้ ตับและอวัยวะอื่นๆ

ขณะที่ทำการล้างไตทางช่องท้อง น้ำและของเสียจะถูกกำจัดออกจากเลือดเข้าสู่ช่องท้อง การล้างไตทางช่องท้องกำจัดน้ำและของเสียได้อย่างไร

เมื่อใส่น้ำยาล้างไตเข้าไปในช่องท้อง น้ำยาจะสัมผัสกับผนังเยื่อช่องท้องและเกิดการดึงน้ำและของเสียออกจากเส้นเลือดบริเวณผนังเยื่อช่องท้องเรียกขบวนการนี้ว่า การแพร่ผ่าน (diffusion) เป็นการเคลื่อนที่ของของเสียจากเลือดไปสู่ น้ำยาล้างไต ขบวนการนี้จะสิ้นสุดหลังจากเวลาผ่านไประยะหนึ่ง เพราะฉะนั้นผู้ป่วยจึงต้องเปลี่ยนน้ำยาใหม่ทุกๆ 4-6 ชั่วโมง

น้ำยาล้างไตประกอบด้วยน้ำตาลซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษช่วยดึงน้ำออกจากเลือด เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 4-6 ชั่วโมง น้ำจะหยุดการซึมผ่านออกจากเลือด ทำให้ต้องเปลี่ยนน้ำยาล้างไตใหม่ และเป็นการป้องกันน้ำซึมเข้าสู่เลือดด้วย โดยในรายงานการวิจัยนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการเปลี่ยนน้ำยาล้างไตด้วยระบบแบบถุงคู่เท่านั้น (Twin bag)

ขั้นตอนการเปลี่ยนน้ำยาระบบ Twin bag

การเปลี่ยนน้ำยาล้างไตด้วยระบบแบบถุงคู่เท่านั้น (Twin bag) มีรายละเอียดอุปกรณ์และขั้นตอนดังต่อไปนี้

อุปกรณ์เครื่องมือและน้ำยา

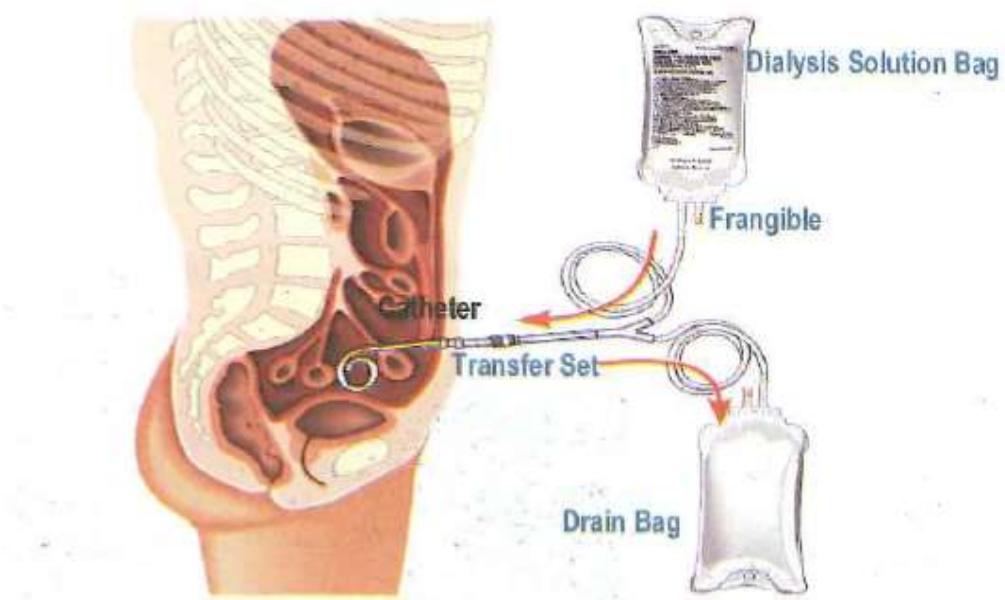
1. น้ำยาระบบ twin bag ถุงใหม่
2. จุกปิดสีขาว (minicap)
3. ตัวหนีบสีน้ำเงิน (Out port clamp) 2 อัน
4. ผ้าก๊อชหรือสำลีปลอดเชื้อ
5. 70% Alcohol
6. ผ้าปิดปาก-จมูก
7. สบู่เหลวหรือน้ำยาล้างมือ
8. ผ้าเช็ดมือสะอาด
9. โต้ะสำหรับวางอุปกรณ์
10. เส้าแขวนน้ำยา
11. ภาชนะรองรับถุงน้ำยา
12. เครื่องชั่งขนาด 3-5 กิโลกรัม
13. พลาสเตอร์
14. กรรไกรปลายมน

ขั้นตอนการปฏิบัติ

1. เตรียมอุปกรณ์ให้พร้อม
2. ปิดพัดลมและหน้าต่างบริเวณใกล้เคียง ถ้าเป็นเครื่องปรับอากาศ ระวังฝุ่นจากเครื่อง
3. สวมผ้าปิดปากและจมูก
4. ล้างมือให้สะอาดตามวิธีการล้างมือ
5. เตรียมโต๊ะที่เปลี่ยนน้ำยาให้สะอาด โดยใช้ 70% Alcohol ฉีดพ่นที่โต๊ะ
6. ใช้ผ้าก๊อชหรือ สำลีปลอดเชื้อเช็ดโต๊ะไปทางเดียวกันให้ทั่วและเช็ดขอบโต๊ะ โดยเช็ดทุกครั้งที่ต้องเปลี่ยนน้ำยา
7. ตรวจสอบสภาพถุงน้ำยา โดยวางถุงน้ำยาบนโต๊ะ ดูวันหมดอายุ เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร สภาพของสายน้ำยา ทดสอบการรั่วซึมของถุงน้ำยา
8. ฉีกถุงหุ้มน้ำยาภายนอกออก ยกถุงส่องดูว่าน้ำยามีสิ่งแขวนลอยหรือสิ่งผิดปกติหรือไม่ นำถุงน้ำยาขึ้นแขวน ดูปริมาตรน้ำยาที่ค้าง
9. วางช่อง Minicap ใหม่บนโต๊ะที่ทำความสะอาดแล้ว
10. หากปลายสาย Mini transfer มีผ้าก๊อชหุ้มอยู่ให้แกะผ้าก๊อชออกแล้วบุผ้าสะอาดรองสาย mini transfer ไว้
11. ล้างมือให้สะอาดตามขั้นตอนหรือ เช็ดมือด้วย Alcohol ใช้มือข้างที่ถนัดจับปลายสายของถุงน้ำยาที่จะต่อเข้ากับผู้ป่วย และใช้มืออีกข้างหนึ่งแยกสายและถุงน้ำยาเปล่าออกจากถุงน้ำยา ตรวจสอบความสมบูรณ์ของสายและข้อต่อต่าง ๆ แล้วนำถุงเปล่าวางลงในภาชนะรองรับถุงน้ำยาที่เตรียมไว้ โดยให้ต่ำกว่าระดับช่องท้อง
12. นำตัวหนีบสีน้ำเงิน (Out port clamp) 1 อัน มาหนีบสายน้ำยาเข้า
13. ใช้มือข้างที่ถนัดจับสาย mini transfer มืออีกข้างหนึ่งจับปลายสายของถุงน้ำยา แล้วดึงจุกยางสีเขียว ปลายสายถุงน้ำยาออก และหมุน mini transfer ของสาย transfer ออก
14. ต่อปลายสายรูปตัว Y เข้ากับสาย mini transfer แล้วหมุนเกลียวให้สนิท โดยให้หมุนทางด้านสายถุงน้ำยา
15. คลายเกลียวสาย mini transfer เพื่อปล่อยน้ำยาออกจากช่องท้องลงถุงน้ำยาทิ้งจนหมด แล้วหมุนเกลียวสาย mini transfer ปิด (พร้อมลงจดบันทึกเวลาน้ำยาออก ปกติใช้เวลาประมาณ 15-20 นาที)
16. ใช้นิ้วหัวแม่มือทั้งสองข้างหักเดือย(แท่งสีเขียว)ของถุงน้ำยาให้แยกออก

17. ปลด out port clamp จากถุงน้ำยาใหม่ ให้น้ำยาจากถุงใหม่ไหลลงถุงน้ำยาที่ปล่อยออก (Drainage bag) นับ 1 ถึง 5 (ประมาณ 5 วินาที) เรียกว่า Flush before fill แล้วนำ out port clamp มาหนีบสายน้ำยาออก
18. คลายเกลียวสาย mini transfer ให้น้ำยาไหลเข้าห้องจนหมด (พร้อมทั้งจดบันทึกเวลา น้ำยาเข้า ปกติใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที ปิดเกลียวและนำ out port clamp หนีบสาย น้ำยาปล่อยเข้า
19. เปิดช่อง minicap ใหม่ ในลักษณะที่หยิบใช้ได้สะดวก
20. ล้างมือให้สะอาดตามขั้นตอนหรือใช้ Alcohol handrub
21. ใช้มือข้างถนัดจับปลายสาย mini transfer บริเวณข้อต่อสีฟ้า และใช้มืออีกข้างหนึ่งหมุน ปิดเกลียวสายทางด้านถุงน้ำยา และปลดสายของถุงน้ำยาออกระวังอย่าให้ส่วนปลายสาย mini transfer ไปสัมผัสสิ่งใดๆ จากนั้นหมุนปิดส่วนปลายสาย mini transfer ด้วย minicap อันใหม่
22. ปิดสาย mini transfer โดยหมุนเกลียวให้สนิท
23. อาจจะใช้ gauze sterile หุ้ม minicap ให้เรียบร้อยแล้วใช้พลาสติกปิดปลายสาย mini transfer ไว้กับหน้าห้องผู้ป่วย
24. ชั่งน้ำหนักน้ำยาถุงที่ปล่อยออก และตรวจดูน้ำยามีลักษณะผิดปกติหรือไม่เช่น ดูความขุ่น เยื่อเมือก หรือเลือด
25. บันทึกสมุดคูลน้ำยาที่ปล่อยเข้า-ออก และสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้น
26. ตัดถุงน้ำยา เททิ้งลงชักโครก ถุงพลาสติก และขยะอื่นๆทิ้งในถังขยะ

รูปประกอบขั้นตอนการเปลี่ยนน้ำยา CAPD ระบบ Twin bag



รูปที่ 2.3 Twin Bag and Its Components

ขั้นตอนการเปลี่ยนถุงน้ำยา



สวมผ้าปิดปากจมูกและล้างมือ



รูปที่ 2.4 เตรียมอุปกรณ์



รูปที่ 2.5 ตรวจสอบน้ำยาอย่างละเอียด



รูปที่ 2.6 เตรียมสาย transfer set มั่นใจว่าวาล์วผู้ป่วยปิด



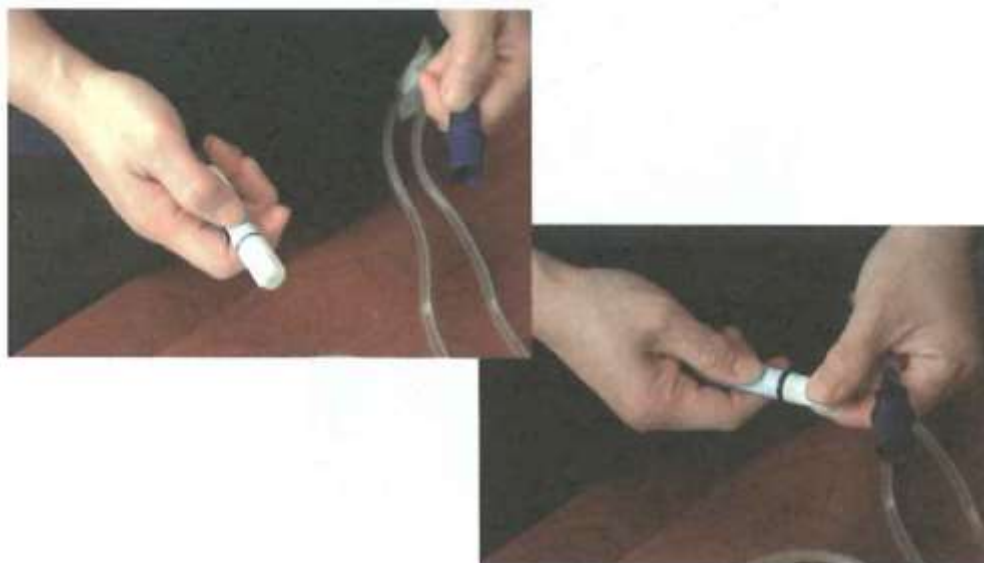
รูปที่ 2.7 ใช้ตัวหนีบสีน้ำเงิน หนีบสายน้ำยาใหม่



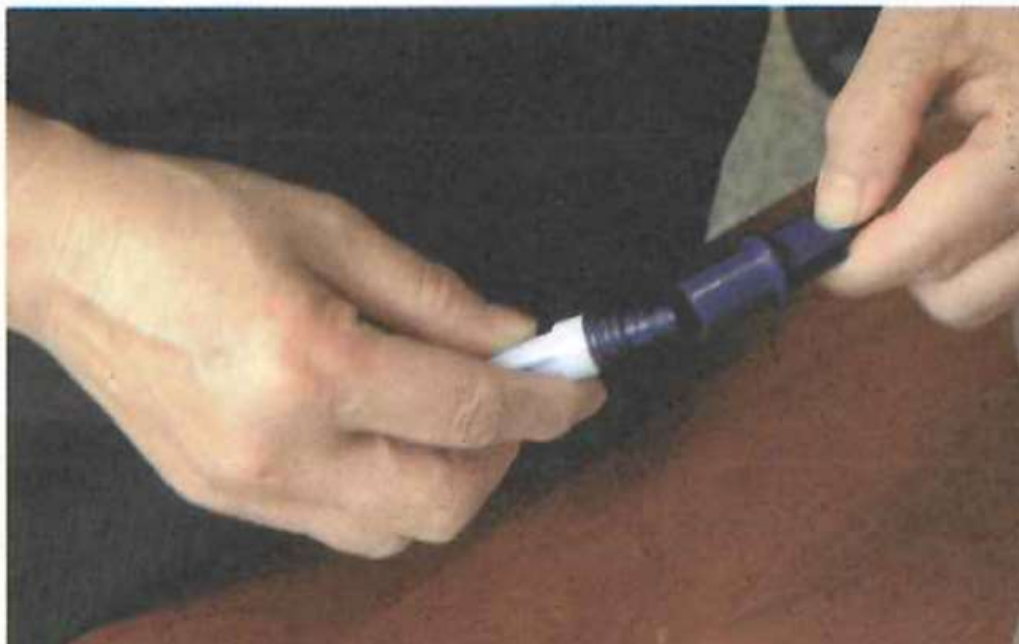
รูปที่ 2.8 หักแบ่งพลาสติกสีเขียว



รูปที่ 2.9 ใช้มือขวาจับปลายสายข้อต่อของน้ำยา และดึงจุดปิดน้ำยาใหม่ออก



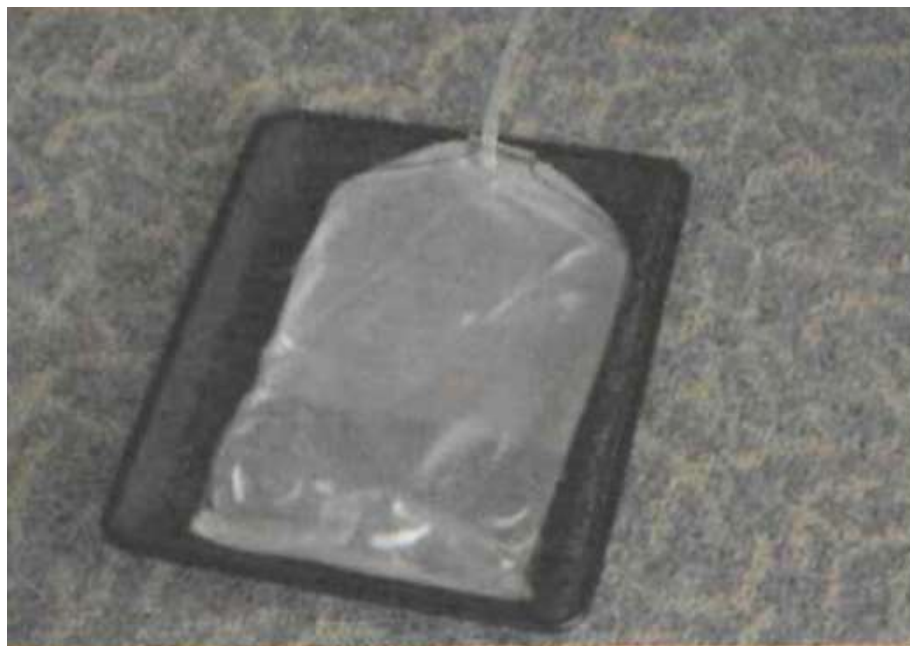
รูปที่ 2.10 มือที่ไม่ถนัดหนีบสายต่อท่อล้างไต และหมวน min icap เปิดออกจากสาย



รูปที่ 2.11 ต่อสายท่อล้างไตกับสายน้ำยา



รูปที่ 2.12 แขนงถุงน้ำยาใหม่



รูปที่ 2.13 วางถุงน้ำยาลงในภาชนะที่สะอาด



รูปที่ 2.14 เปิดวาล์วท่อล้างไต



รูปที่ 2.15 ใช้เวลาปล่อยน้ำยา 15-20 นาที เมื่อปล่อยเสร็จปิดวาล์วท่อล่างไต



รูปที่ 2.16 Flush Phase: เปิดตัวหนีบสีน้ำเงินสายน้ำยาใหม่ นับ 1-5 ซ้ำๆ



รูปที่ 2.17 ปิดตัวหนีบสีน้ำเงินที่สายปล่อยน้ำทิ้ง



รูปที่ 2.18 Fill Phase: เปิดวาล์วที่ท่อล้างไตเพื่อปล่อยน้ำยาเข้าในช่องท้อง



รูปที่ 2.19 เมื่อปล่อยน้ำยาเข้าจนหมดใช้เวลา 5-10 นาที เสร็จแล้วปิดวาล์ว และปิดตัวหนีบสี
น้ำเงินที่สายน้ำยาใหม่



รูปที่ 2.20 เปิดซองจุกปิดสีขาวยกั้บโต๊ะ และตรวจสอบฟองน้ำว่ามีเบต้าดีซุ่ม



รูปที่ 2.21 การหลอดสายน้ำยากับสายต่อท่อล้างไต



รูปที่ 2.22 การปิดจุก

การจดบันทึก

วัตถุประสงค์

เพื่อติดตามผลการรักษา ใช้ดูประกอบการรักษาของแพทย์ ผู้ป่วยจึงจำเป็นต้องบันทึก รายละเอียดทั้งหมด และนำมาให้แพทย์ดูเมื่อถึงเวลานัด สิ่งที่ต้องบันทึกในแต่ละครั้ง แต่ละวัน มีดังต่อไปนี้

1. ความเข้มข้นของน้ำยาที่ใช้
2. เวลาที่เริ่มใส่น้ำยาเข้า และเวลาที่น้ำยาไหลเข้าหมด
3. เวลาที่เริ่มปล่อยน้ำยาออก และเวลาที่น้ำยาไหลออกหมด
4. ปริมาณน้ำยา
5. สีของน้ำยา ความขุ่น ความใส ตะกอน เยื่อขุ่น เลือด รวมทั้งอาการผิดปกติที่เกิดขึ้น เช่น อาการเจ็บปวดบริเวณปากแผลหรือในท้อง อาการเจ็บปวดเกิดขึ้นขณะใส่น้ำยาเข้า หรือ ขณะปล่อยน้ำยาออก มีไข้ตัวร้อนหนาวสั่น ผื่นตามตัว อาการแน่นอึดอัดในท้องหรือในอก เวลานั่งหรือนอน และอื่นๆ ที่คิดว่าผิดปกติ แล้วรายงานให้แพทย์ผู้ดูแลทราบ
6. บันทึกน้ำหนักตัวประจำวัน ควรชั่งน้ำหนักหลังจากปล่อยน้ำออกจากช่องท้องหมดแล้วในเวลาเดียวกันทุกวัน
7. วัดอุณหภูมิร่างกาย (ความดันโลหิต) ควรจะวัดอย่างน้อยวันละ 1 ครั้ง หรือทุกครั้งที่อยู่สัปดาห์ว่ามีไข้ ตัวร้อน หรือเวลาที่ปวดท้อง หรือน้ำยาที่ออกจากช่องท้องขุ่น
8. การรับประทานอาหาร เช่น อาการเบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน ท้องอืด แน่นอึดอัด
9. การขับถ่าย จำนวนปัสสาวะ 24 ชั่วโมง ภาวะท้องผูก ภาวะท้องเสีย

2.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสถิติ

ความหมายของสถิติ (Statistics)

1. ข้อความจริง ตัวเลขซึ่งได้เก็บรวบรวมไว้
2. ศาสตร์อย่างหนึ่ง

ประเภทของสถิติ

1. สถิติวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive Statistics)
2. สถิติวิเคราะห์เชิงอนุมาน (Inferential Statistics) ศาสตร์ที่ว่าด้วยการใช้ข้อมูลทางสถิติที่

สุ่มมาเป็นตัวอย่างจากประชากรทั้งหมด ไปใช้อ้างอิง (อนุมาน) หรือพยากรณ์ค่าของประชากรทั้งหมด

คำนิยามทางสถิติ

1. ค่าสังเกต (Observation) หมายถึง ค่าที่วัดได้ สังเกตได้จากการทดลอง

2. ตัวแปร (Variable) หมายถึง ลักษณะที่ให้ค่าสังเกตเปลี่ยนแปลงได้หลายค่า สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวแปร แทนด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่

2.1 ตัวแปรไม่ต่อเนื่อง (Discrete variable) เป็นตัวแปรที่ไม่สามารถให้ค่าสังเกตได้ครบทุกค่าในช่วงที่กำหนด ให้ค่าเป็นจำนวนนับ หรือจำนวนเต็มบวก

2.2 ตัวแปรต่อเนื่อง (Continuous variable) เป็นตัวแปรที่สามารถให้ค่าสังเกตครบทุกค่าในช่วงที่กำหนด

3. ประชากร (Population) หมายถึงทุกหน่วยในเรื่องที่สนใจศึกษา

3.1 ประชากรจำกัด (Finite population) สามารถนับจำนวนได้แน่นอน

3.2 ประชากรอนันต์ (Infinite population) เป็นประชากรที่มีจำนวนมากจนไม่สามารถนับจำนวนที่แน่นอนได้

4. ตัวอย่าง (Sample) หมายถึง ส่วนหนึ่ง หรือบางส่วน ของประชากร

5. พารามิเตอร์ (Parameter) หมายถึง ค่าที่แสดงคุณลักษณะของประชากร

6. ค่าสถิติ (Statistic) หมายถึง ค่าที่แสดงคุณลักษณะของตัวอย่าง เพื่อนำไปประมาณค่าของพารามิเตอร์

ตัวอย่าง

พารามิเตอร์	ค่าสถิติ	ความหมาย
μ	\bar{x}	ค่าเฉลี่ย
σ	S	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
σ^2	S^2	ความแปรปรวน
P	\hat{P}	สัดส่วน
ρ	r	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ระเบียบวิธีการทางสถิติ

เป็นขั้นตอนการดำเนินงานทางสถิติ

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล อาจเก็บในลักษณะข้อความหรือตัวเลขจากประชากร ที่ต้องการ มี 3 วิธี
 - 1) การสำมะโน เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากสมาชิกทุกหน่วยของประชากร
 - 2) การสำรวจด้วยตัวอย่าง ทำการเก็บรวบรวมเพียงบางส่วนของตัวอย่าง
 - 3) การทดลอง ผู้เก็บรวบรวมต้องทำการทดลองศึกษาจริงอย่างมีระเบียบกฎเกณฑ์ควบคุมปัจจัยที่ไม่เกี่ยวข้อง
2. การนำเสนอข้อมูล จัดข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาให้อยู่ในลักษณะเข้าใจง่าย เช่น บทความ ตาราง กราฟเส้น และแผนภูมิต่างๆ
3. การวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งเป็น

- การวิเคราะห์ข้อมูลขั้นต้น ซึ่งจะใช้สถิติวิเคราะห์เชิงพรรณนา
 การวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูง ซึ่งจะใช้สถิติวิเคราะห์เชิงอนุมาน
 4. การตีความหมายข้อมูล ทำการแปลผล แปลความหมายของข้อมูล ตลอดจนทำการสรุปผล

การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง (Measure of Central Tendency)

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean : μ)

แบ่งเป็น 2 กรณี

1.1 กรณีข้อมูลไม่ได้แจกแจงความถี่ (Ungrouped Data)

ค่าเฉลี่ยของประชากร : $\mu = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$; เมื่อ N แทนจำนวนข้อมูลทั้งหมดของประชากร

ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง : $\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$; เมื่อ n แทนจำนวนข้อมูลทั้งหมดของตัวอย่าง

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D., S, s)

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นค่าวัดการกระจายที่สำคัญทางสถิติ เพราะเป็นค่าที่ใช้บอกถึงการกระจายของข้อมูลได้ดีกว่าค่าพิสัย และค่าส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยการหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสามารถทำได้ 2 วิธี

1. การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในกรณีข้อมูลไม่ได้มีการแจกแจงความถี่ สามารถทำได้จากสูตร

$$\text{สูตรที่ 1 } S.D. = \sqrt{\frac{(x - \bar{x})^2}{n-1}} \text{ หรือ สูตรที่ 2 } S.D. = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ $S.D.$ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x คือ ข้อมูล (ตัวที่ 1,2,3..., n)

\bar{x} คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

หมายเหตุ ในกรณีที่ \bar{X} เป็นทศนิยมทำให้เกิดความยุ่งยากในการคำนวณ จึงควรเลือกใช้สูตรที่ 2

2. การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในกรณีข้อมูลมีการแจกแจงความถี่ สามารถหาได้จากสูตร

$$\text{สูตรที่ 1 } S.D. = \sqrt{\frac{\sum f(x-\bar{x})^2}{n-1}} \quad \text{หรือ สูตรที่ 2 } S.D. = \sqrt{\frac{n\sum fx^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ $S.D.$ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

f คือ ความถี่

x คือ จุดกึ่งกลางชั้น

\bar{x} คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

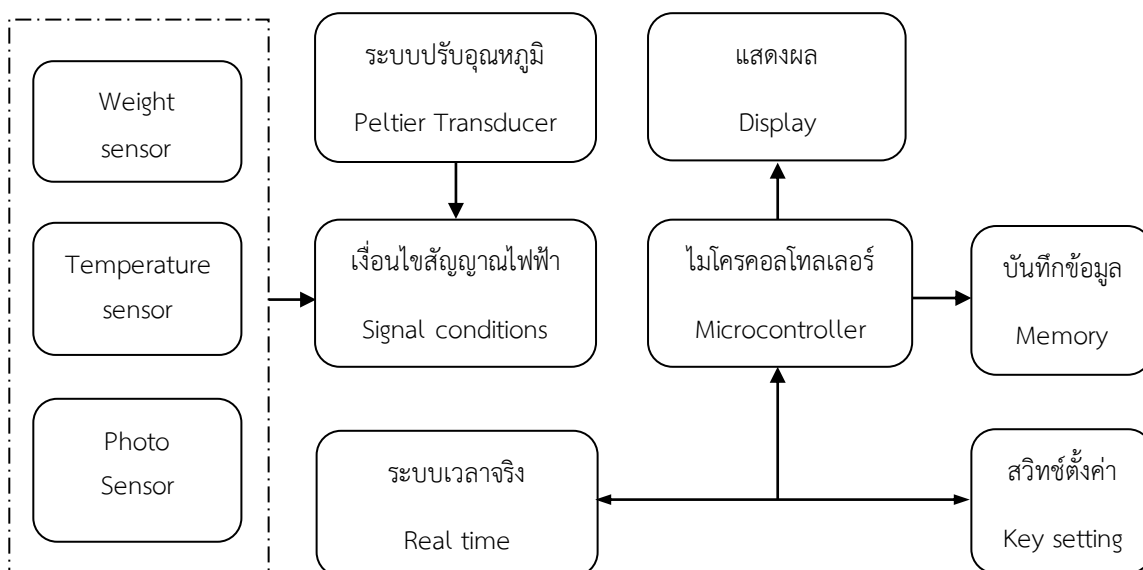
n คือ จำนวนข้อมูล

บทที่ 3 วิธีการ และการออกแบบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการออกแบบระบบ ขอบเขตของระบบ การออกแบบโครงสร้างของระบบช่วยล้างไต ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญหลัก ๆ ในการออกแบบโครงการวิจัยเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมตามความต้องการที่สุด

3.1 ขอบเขต และบล็อกไดอะแกรมของระบบ

ในการศึกษาวิจัยนี้คณะผู้วิจัยเกิดแนวความคิดจากการเข้าร่วมอบรมการล้างไตผ่านช่องท้องเพื่อบำบัดรักษาให้กับผู้ป่วยซึ่งเป็นบิดาจึงได้ถือโอกาสพูดคุย และเห็นการปฏิบัติงานกับแพทย์พยาบาลผู้เกี่ยวข้อง ซึ่งได้เล็งเห็นความสำคัญของข้อมูลผู้ป่วยต้องบันทึกเพื่อให้แพทย์ใช้ในการติดตามรักษาตามสภาพผู้ป่วยแต่ละคน ทั้งนี้เนื่องจากผู้ป่วยโรคไตที่ได้รับการบำบัดแบบการล้างไตผ่านช่องท้องจะต้องเข้าโครงการของ สปสช. ร่วมกับศูนย์การแพทย์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ จะได้รับการตรวจเยี่ยมบ้านผู้ป่วยซึ่งผู้ป่วยโรคไตที่เข้าในโครงการนี้ทุกเดือนผู้ป่วยจะต้องพบแพทย์เพื่อรายงานข้อมูลการบำบัด หรือนานที่สุดคือทุก 6 เดือน ตามสภาพของผู้ป่วยแต่ละคน ซึ่งข้อมูลหลักที่แพทย์นำมาพิจารณาร่วมกับการตรวจเลือดคือ อัตราการเต้นหัวใจของผู้ป่วย และข้อมูลในสมุดบันทึกการล้างไตผ่านช่องท้อง (วันที่ ระยะเวลา น้ำยาเข้า ระยะเวลา น้ำยาออก ปริมาณ น้ำยาเข้า ปริมาณ น้ำยาออก กำไรขาดทุนของน้ำยาปล่อยเข้า-ออก สีของน้ำยาที่ปล่อยออกจากช่องท้อง ปริมาณน้ำที่ผู้ป่วยสามารถทานได้ในรอบวัน) โดยใน 1 วันจะต้องมีการเปลี่ยนน้ำยาล้างไตถึง 4 ครั้ง ซึ่งข้อมูลที่ได้จากผู้ป่วยบันทึกเองมักจะบิดเบือนไปจากความจริงเนื่องจากกลัวโดนแพทย์ดุหรือเกิดการลืมบันทึก แล้วบันทึกมั่ว หรือละเลยการบันทึก เมื่อข้อมูลดังกล่าวผิดพลาดแนวโน้มการรักษาจากแพทย์ก็เสี่ยงผิดพลาดด้วย



รูปที่ 3.1 แสดงไดอะแกรมกรอบแนวความคิดของโครงการงานวิจัย

แนวคิดของโครงการวิจัยนี้จึงเสนอให้นำระบบอิเล็กทรอนิกส์มาช่วยในการบันทึกข้อมูลในรูปแบบดิจิทัลแพทย์สามารถดาวน์โหลดข้อมูลเข้าสู่คอมพิวเตอร์ได้ในรูปไฟล์เอกสาร และผู้ป่วยก็ไม่ต้องทำการบันทึกในระบบช่วยเหลือที่ออกแบบจะบันทึกโดยอัตโนมัติลงในหน่วยความจำ (Memory SD card) โดยพัฒนาออกแบบระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกข้อมูลสุขภาพดังกล่าวพร้อมทั้งระบบควบคุมหรือปรับระดับอุณหภูมิ น้ำยาพีดีก่อนการปล่อยน้ำยาพีดีเข้าสู่ช่องท้องผู้ป่วยไตวายซึ่งกรอบแนวความคิดทั้งหมดของโครงการวิจัยมีบล็อกไดอะแกรมดังแสดงในรูปที่ 1

Array Sensor คือ ส่วนของเซนเซอร์เพื่อการตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจส่วนที่เป็นเซ็นเซอร์ตรวจวัดระดับอุณหภูมิ และปริมาณการนำน้ำยาพีดีเข้า-ออกจากช่องท้องของผู้ป่วยไตเรื้อรังระบบเซนเซอร์

ระบบปรับอุณหภูมิ คือ ส่วนของระบบที่ออกแบบเพื่อการวัด และควบคุมระดับอุณหภูมิของน้ำยาพีดีเพื่อให้น้ำยาพีดีมีระดับอุณหภูมิใกล้เคียงกับระดับอุณหภูมิในร่างกายโดยใช้ Peltier Transducer สำหรับการทำให้ระบบความร้อน และความเย็น

Real time คือ ระบบฐานเวลาที่ใช้อ้างอิงเพื่อให้ระบบบันทึกข้อมูลวันที่ เวลาการเปลี่ยนถ่ายน้ำยาล้างไต ปริมาณน้ำยาพีดีเข้า ปริมาณน้ำยาพีดีออก ในรอบวัน เพื่อเป็นฐานข้อมูลสำหรับแพทย์ในรอบหนึ่งเดือน เพื่อการประเมินดูแลผู้ป่วยโรคไตไตเรื้อรังที่รักษาด้วยการล้างไตผ่านช่องท้อง

Display คือ ส่วนแสดงผลสื่อสารกับผู้ใช้ระบบ และตั้งค่าต่างๆ จากสวิทซ์ตั้งค่า (Key setting) เพื่อติดตั้งค่า วัน เดือน ปี เพื่อการบันทึกข้อมูล ลงในส่วนของการบันทึกข้อมูล แสดงปริมาณน้ำที่ผู้ป่วยดื่มได้ในรอบวันจากการคำนวณปริมาณน้ำยาพีดีที่ออกจากช่องท้องผู้ป่วย เป็นต้น

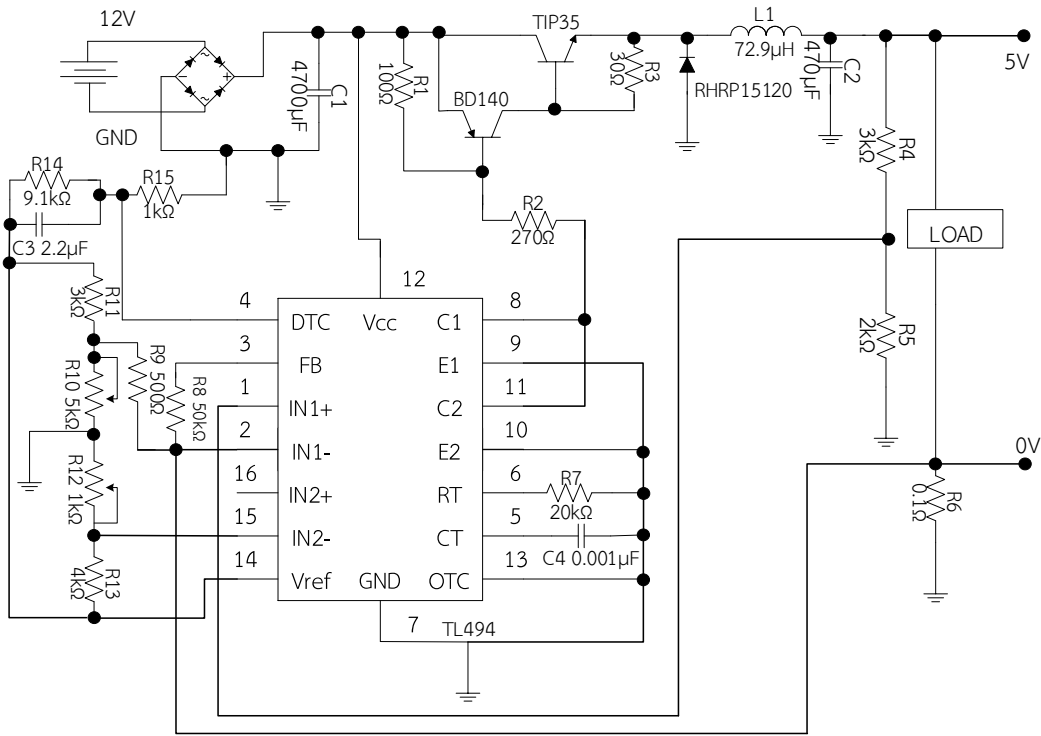
Memory คือ ส่วนที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลต่างๆ (SD card)

3.2 การออกแบบด้านอิเล็กทรอนิกส์

การออกแบบวงจรเพื่อควบคุมการทำงานส่วนต่างๆ ของเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้อง ซึ่งมีการคำนวณวงจรที่เป็นปัจจัยหลักในการสร้างส่วนต่างๆ ของเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้อง เพื่อที่จะได้ผลลัพธ์ที่สมบูรณ์เป็นไปตามที่ออกแบบไว้ให้ดีที่สุด โดยจะมีวงจรที่ออกแบบดังต่อไปนี้

3.2.1 วงจรสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply)

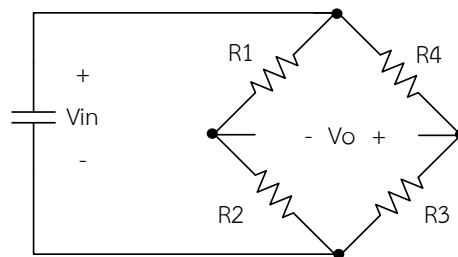
สำหรับการออกแบบวงจรสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย 5 V กระแส 2 A เพื่อใช้ในเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้องได้เลือกใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 V และในการออกแบบได้กำหนดให้มีแรงดันกระแสเพื่อมิได้ไม่เกิน 4.5 Vp-p จึงออกแบบวงจรสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลายได้จากรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 วงจรสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย

3.2.2 วงจรบริดจ์

เนื่องจากปริมาณของน้ำหนักน้ำยาล้างไตขนาด 2,000 กรัม ให้ใช้วงจรบริดจ์ที่รับค่าน้ำหนักมาจากวัตถุแล้วส่งค่าน้ำหนักในรูปแบบสัญญาณทางไฟฟ้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลซึ่งเป็นวงจรที่ทำหน้าที่ใช้แปลงค่าพลังงานเชิงกล โดยใช้หลักการของความเครียด ความเค้น เป็นพลังงานไฟฟ้า จากค่าความต้านทาน (Ohm) เป็นค่าแรงดันไฟฟ้าดิซี (DC) โดยวงจรจะมีการต่อตัวต้านทานที่ได้จากสเตรนเกจ (Strain gauge) ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การต่อสเตรนเกจเข้ากับวงจรบริดจ์

สเตรนเกจที่มีความเหมาะสมที่เราเลือกใช้เป็นแบบโหลดเซลล์ (Load cell) แบบแบ่งขนาด 10 กิโลกรัม เพราะต้องการป้องกันไม่ให้โหลดเซลล์เสียหาย (Over Load) จากการใช้งาน และไม่ให้อ่านน้ำหนัก 2000 กรัม ที่ต้องการวัดค่ามีความผิดพลาดจากการใช้งานของโหลดเซลล์ที่ไม่เหมาะสม โดยที่

ทราบสัญญาณไฟสูงสุดที่โหลดเซลล์สามารถส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ได้จาก สเปค (Spec) บนตัวโหลดเซลล์ หรือสามารถทราบได้จากการคำนวณต่อไปนี้

จากการใช้งานของโหลดเซลล์แรงที่กระทำต่อโหลดเซลล์ (Load Cell) เมื่อต้องการทราบค่าสัญญาณไฟสูงสุดของน้ำหนักสูงสุด (Full Load) โดยจากตาต้าซีที่สามารถทราบถึงค่าความละเอียดแรงดันเท่ากับ 2 มิลลิโวลต์ต่อโวลต์ (mV/V) และใช้แหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์

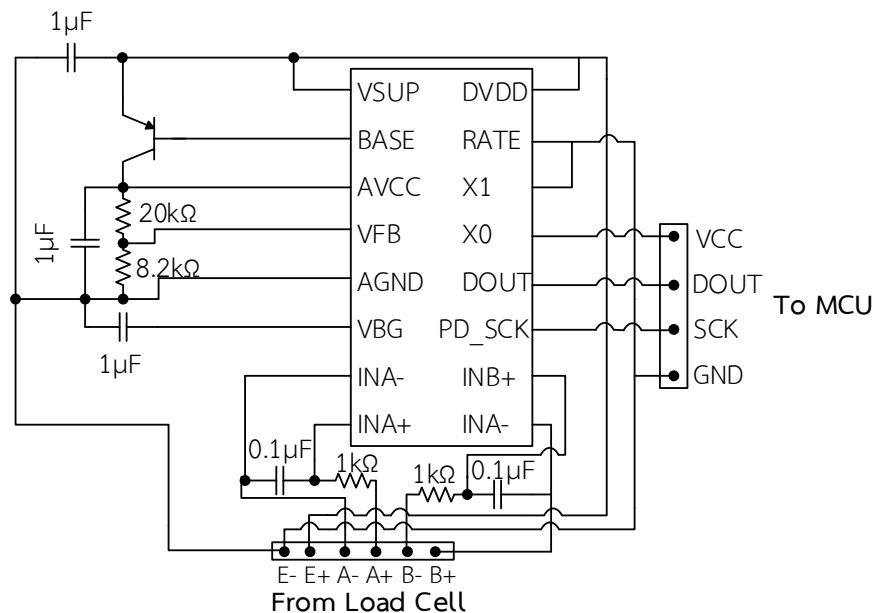
$$\begin{aligned} \text{แรงดันที่จะได้เท่ากับ} \quad \text{Full Load} &= 2 \text{ mV/v} \times 5 \text{ V} \\ \text{Full Load} &= 10 \text{ mV} \end{aligned}$$

จากค่าสัญญาณแรงดันที่ได้จะเห็นได้ว่ามีแรงดันที่น้อยมากเราจึงต้องขยายสัญญาณด้วยวงจรขยายอินสตรูเมนเตชัน

3.2.3 วงจรขยายอินสตรูเมนเตชัน

เนื่องจากใช้โหลดเซลล์ขนาด 10 กิโลกรัม แรงดันสูงสุดของวงจรบริดจ์ 10 มิลลิโวลต์แต่ไมโครคอนโทรลเลอร์ยังไม่สามารถรับค่าสัญญาณไฟที่ต่ำของโหลดเซลล์ได้ ดังนั้นจึงต้องมีการใช้วงจรขยายอินสตรูเมนเตชันเบอร์เฮดเอ็กซ์ 711 (HX711) เป็นวงจรทำหน้าที่ขยายสัญญาณทางไฟฟ้ามีขนาดแรงดันต่ำในช่วงความถี่ต่ำ ซึ่งวงจรจะรับสัญญาณไฟจากโหลดเซลล์แล้วขยายสัญญาณเพื่อส่งไมโครคอนโทรลเลอร์ดังรูปที่ 3.4 และสามารถคำนวณอัตราขยายของวงจรจากสมการที่ 3.14

เมื่อต้องการค่าน้ำหนักสูงสุด 10 กิโลกรัม ที่แรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์จะได้แรงดันไฟฟ้าที่ออกมาจากตัวโหลดเซลล์มีค่า 10 มิลลิโวลต์ ดังนั้นจึงต้องใช้วงจรขยายอินสตรูเมนเตชันในการขยายแรงดันเพื่อส่งสัญญาณเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยสามารถคิดอัตราขยายดังสมการที่ 3.1



รูปที่ 3.4 วงจรขยายอินสตรูเมนเตชัน

$$\text{Gain} = 1 + \frac{V_o}{V_{\text{LoadCell}}} \quad (3.1)$$

$$Gain = 1 + \frac{5V}{10mV}$$

$$Gain = 501 \text{ เท่า}$$

การใช้งานวงจรขยายอินสตรูเมนต์ขั้น ต้องการใช้อัตราขยาย 501 เท่า ซึ่งจากตาต้า-ซีท โหลดเซลล์ที่เลือกมีค่าความต้านทาน 402 โอห์ม (Ω) จากวงจร V_o จากวงจรพบว่าเท่ากับ 2.5 โวลต์ สามารถคำนวณค่าความไวของวงจรบริดจ์ได้จากสมการที่ 3.2

เมื่อ $w = 0$ กรัม, $V_o = 2.5$ V

จะได้ $\Delta V_{\min} = 2.5 - 2.5 = 0V$

เมื่อ $W = 10,000$ กรัม, $V_o = 7.5$ V

จะได้ $\Delta V_{\max} = 7.5 - 2.5 = 5V = 5,000mV$

$$Sensitivity = \frac{\Delta V_{\max} \times \Delta V_{\min}}{W_{\max} - W_{\min}} \quad (3.2)$$

$$Sensitivity = \frac{5,000mV - 0mV}{10,000g - 0g}$$

$$Sensitivity = 0.5mV / g$$

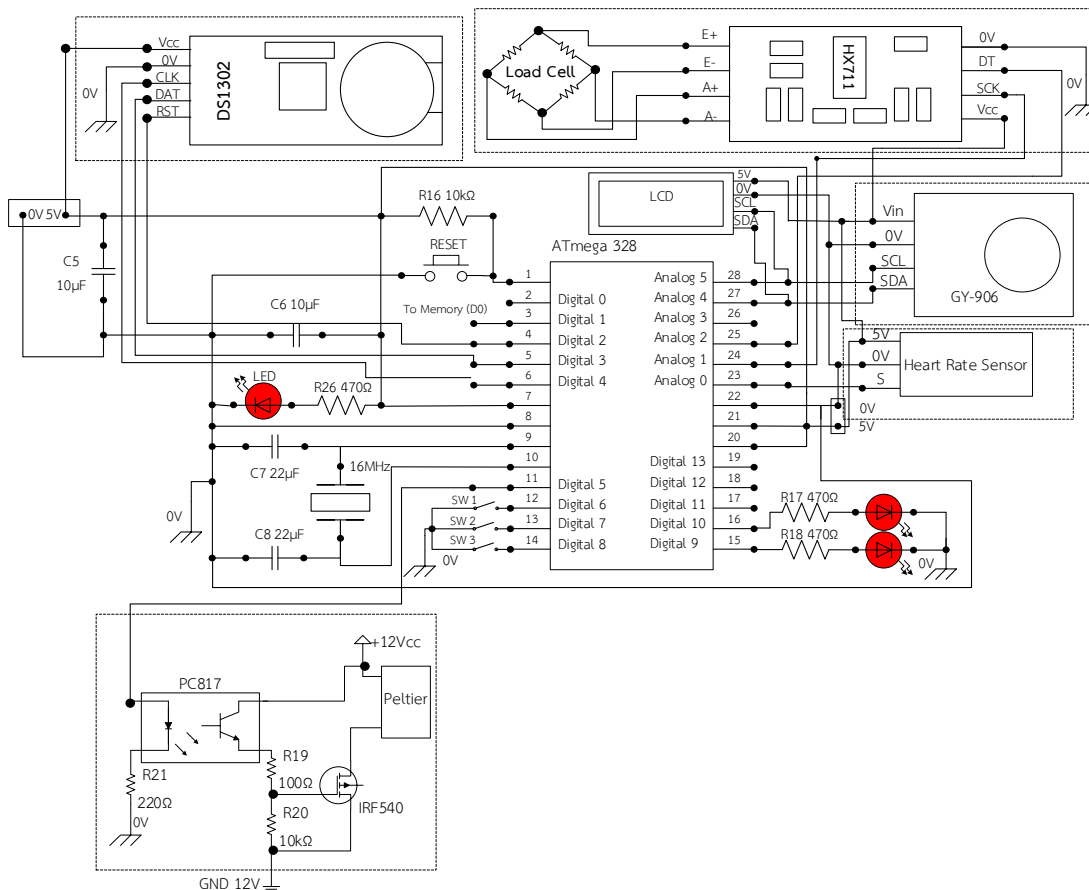
จากสมการที่ 3.2 จะได้ค่าเซนซิวิตี (Sensitivity) = 0.5 มิลลิโวลต์ต่อกรัม (mV/g) ซึ่งในที่นี้ใช้โหลดเซลล์ 10 กิโลกรัมที่มี ความไวของวงจรบริดจ์ 0.5 มิลลิโวลต์ต่อกรัม

สำหรับการใช้งานวงจรขยายอินสตรูเมนต์ขั้น ต้องการใช้อัตราขยาย 501 เท่า ดังนั้น การเลือกใช้เฮดเอ็กซ์ 711 (HX711) ในการขยายสัญญาณ ซึ่งเป็นการเลือกใช้งานที่มีความเหมาะสมต่อการใช้งานโหลดเซลล์ขนาด 10 กิโลกรัม ที่ใช้แรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ สำหรับเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้อง

3.2.4 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

เมื่อต้องการควบคุมระบบของเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้องจะต้องใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่รับค่า และส่งค่าข้อมูลจากวงจรต่าง ๆ ไปควบคุมการทำงานของระบบ และสั่งการการปฏิบัติงานของระบบต่าง ๆ ที่ใช้ทำงานภายในเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้อง เปรียบเสมือนเป็นสมองของระบบ ซึ่งอาคูนโจะทำงานตามโปรแกรม ที่ได้สั่งงานไว้ โดยอาคูนโจะที่ใช้จะเป็น เอทีเมกะ 328 (ATmega 328) โดยออกแบบวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ 2 วงจร ซึ่งจะแบ่งออกเป็นวงจรซึ่งนำหนัก ดังรูปที่ 3.5 ซึ่งมีหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบซึ่งนำหนักพร้อมแสดงผลค่าน้ำหนักบนจอ วงจรวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ซึ่งมีหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบวัดอัตราการเต้นของหัวใจพร้อมแสดงผลค่าอัตราการเต้นของหัวใจผ่านหน้าจอ

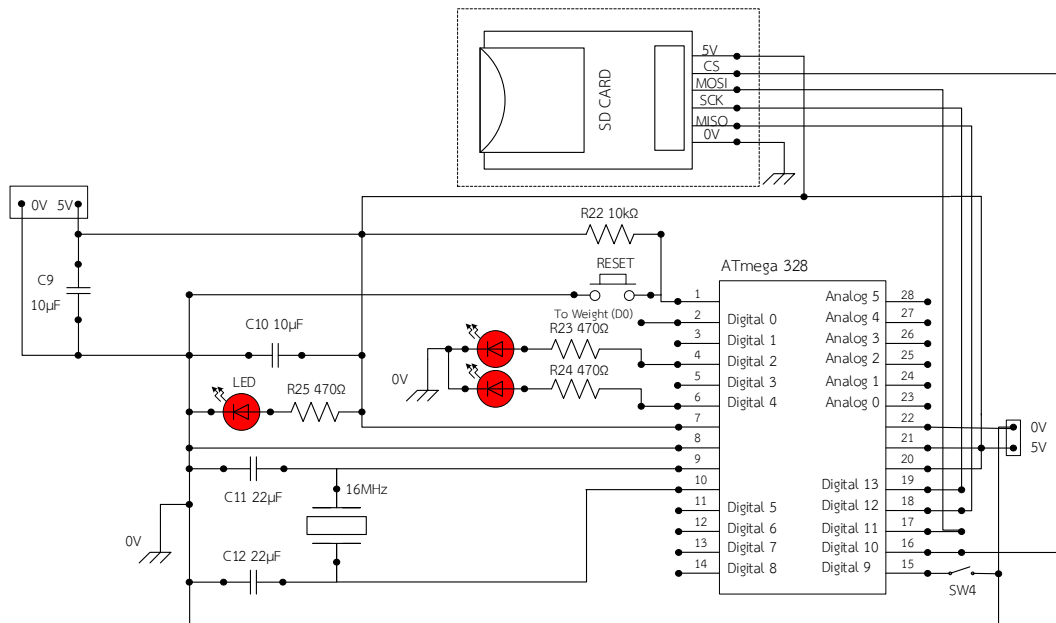
จากการนำวงจรมาออกแบบวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโน่ทั้ง 2 วงจร ซึ่งจะมีหน้าที่การควบคุมการทำงานที่แตกต่างกัน และจากวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโน่ ในส่วนของชั่งน้ำหนักและวัดอัตราการเต้นของหัวใจนั้น มีวงจรเวลาและการส่งข้อมูลไปยัง วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโน่ ส่วนของชุดบันทึกข้อมูลด้วย เนื่องจากขาของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโน่ ชุดชั่งน้ำหนักและวัดอัตราการเต้นของหัวใจนั้น ไม่พอต่อการใช้งานจึงทำให้มีวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโน่ชุดบันทึกข้อมูลเพิ่มขึ้นมาอีกด้วย สามารถออกแบบวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโน่ชุดบันทึกข้อมูลได้ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.5 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโน่ (ชั่งน้ำหนักและวัดอัตราการเต้นของหัวใจ)

จากการออกแบบวงจรของเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้องนั้น โดยในแต่ละส่วนของการออกแบบวงจรมานำมาประกอบรวมกันได้ดังแสดงในรูปที่

3.11



รูปที่ 3.6 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ อาตูดูโน้ (ชุดบันทึกข้อมูล)

3.2.5 โมดูลชาร์จแบตเตอรี่

โมดูลชาร์จแบตเตอรี่ เลือกใช้วงจรที่ลดแรงดันแบบ DC Step Down ดังแสดงในรูปที่ 3.7 มีการปรับแรงดันเอาต์พุตได้ มีวงจรควบคุมกระแสให้คงที่ วงจรแสดงสถานะ และการชาร์จไว้ในวงจรเดียว ซึ่งทำให้สะดวกในการชาร์จแบตเตอรี่จากแหล่งจ่ายที่มีแรงดันไฟอินพุตที่สูงกว่าแบตเตอรี่กระแสชาร์ตสูงสุดที่ 5A

วงจรจะคงกระแสให้คงที่ขณะชาร์จกระแสคงที่ โดยไม่สนใจแรงดันตกคร่อมจนกว่ากระแสจะลดลงต่ำกว่าค่ากระแสที่ตั้งไว้ วงจรจะทำหน้าที่คงแรงดันตามที่ตั้งค่าไว้ให้แรงดันคงที่ จากนั้น แอลอีดีจะเปลี่ยนสีจากสีแดง (ชาร์จ) ให้เป็นสีเขียว (เต็ม) สามารถใช้ชาร์จแบตเตอรี่ได้หลายหลายชนิด ใช้หลักการชาร์จแบบกระแสคงที่หรือแรงดันคงที่ เมื่อถูกตั้งค่ากระแสและแรงดันให้เหมาะสมกับแบตเตอรี่ เราจึงเลือกใช้โมดูลชาร์จแบตเตอรี่



รูปที่ 3.7 โมดูลชาร์จแบตเตอรี่

การใช้งานโมดูลชาร์จแบตเตอรี่เราได้เลือกหม้อแปลงขนาด 15 VAC กระแส 2 A เมื่อพิจารณาแรงดันกระแสกลับที่ได้ผ่านบริดจ์ได้ดังสมการที่ 3.3

$$V_{O(P)} = V_{AC} \times \sqrt{2} \quad (3.3)$$

$$V_{O(P)} = 15 \times \sqrt{2}$$

$$V_{O(P)} = 21.21V$$

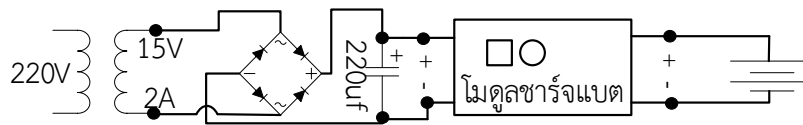
ได้กำหนดให้มีแรงดันกระแสเพื่อบวมของอินพุต $\Delta V = 30 \text{ mV}_{p-p}$ จึงสามารถคำนวณหาค่า C_1 ได้ จากสมการที่ 3.1

$$C_1 = \frac{0.6}{100 \times 0.03} = 200 \mu F$$

เราได้เลือกเปอร์เซ็นต์ความปลอดภัย Safety Margin (%S) = 25% จึงคำนวณค่า $V_{C(max)}$ ดังสมการที่ 3.2 ดังต่อไปนี้

$$V_{C(max)} = \left(21.21 + \frac{25}{100} \right) = 26.5 \text{ IV}$$

ดังนั้นจึงเลือกใช้ตัวเก็บประจุขนาด $220 \mu F$ 35 V ได้แรงดันอินพุตให้โมดูลชาร์จแบตเตอรี่ 21.21 V ซึ่งการต่อใช้งานวงจรชาร์จแบตเตอรี่แสดงดังในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 วงจรชาร์จแบตเตอรี่

3.2.6 โมดูลแสดงระดับแบตเตอรี่

เมื่อมีการชาร์จแบตเตอรี่เราจึงเลือกใช้การวัดระดับแบตเตอรี่แสดงค่าระดับแรงดันของแบตเตอรี่ที่เราใช้ ซึ่งอยู่ในช่วง 11.1 - 12.6 V แสดงแบบ LED สีเขียว 4 ระดับ ดังแสดงในรูปที่ 3.9 ถ้าระดับแรงดันอยู่ในช่วง 11.1 - 11.475 V ระดับแบตเตอรี่จะอยู่ช่วงขีดแรก ถ้าระดับแรงดันอยู่ในช่วงมากกว่า 11.475 - 11.85 V ระดับแบตเตอรี่จะอยู่ช่วงขีดที่สอง ถ้าระดับแรงดันอยู่ในช่วงมากกว่า 11.85 - 12.225 V ระดับแบตเตอรี่จะอยู่ช่วงขีดที่สาม และถ้าระดับแรงดันอยู่ในช่วงมากกว่า 12.225 - 12.6 V ระดับแบตเตอรี่จะอยู่ช่วงขีดที่สี่ ซึ่งเราได้เลือกโมดูลวัดระดับแบตเตอรี่เพราะ มีการใช้งานที่ง่ายและสะดวกในการใช้งาน เพียงนำไปต่อกับแบตเตอรี่ขั้วบวก และขั้วลบก็สามารถใช้งานได้



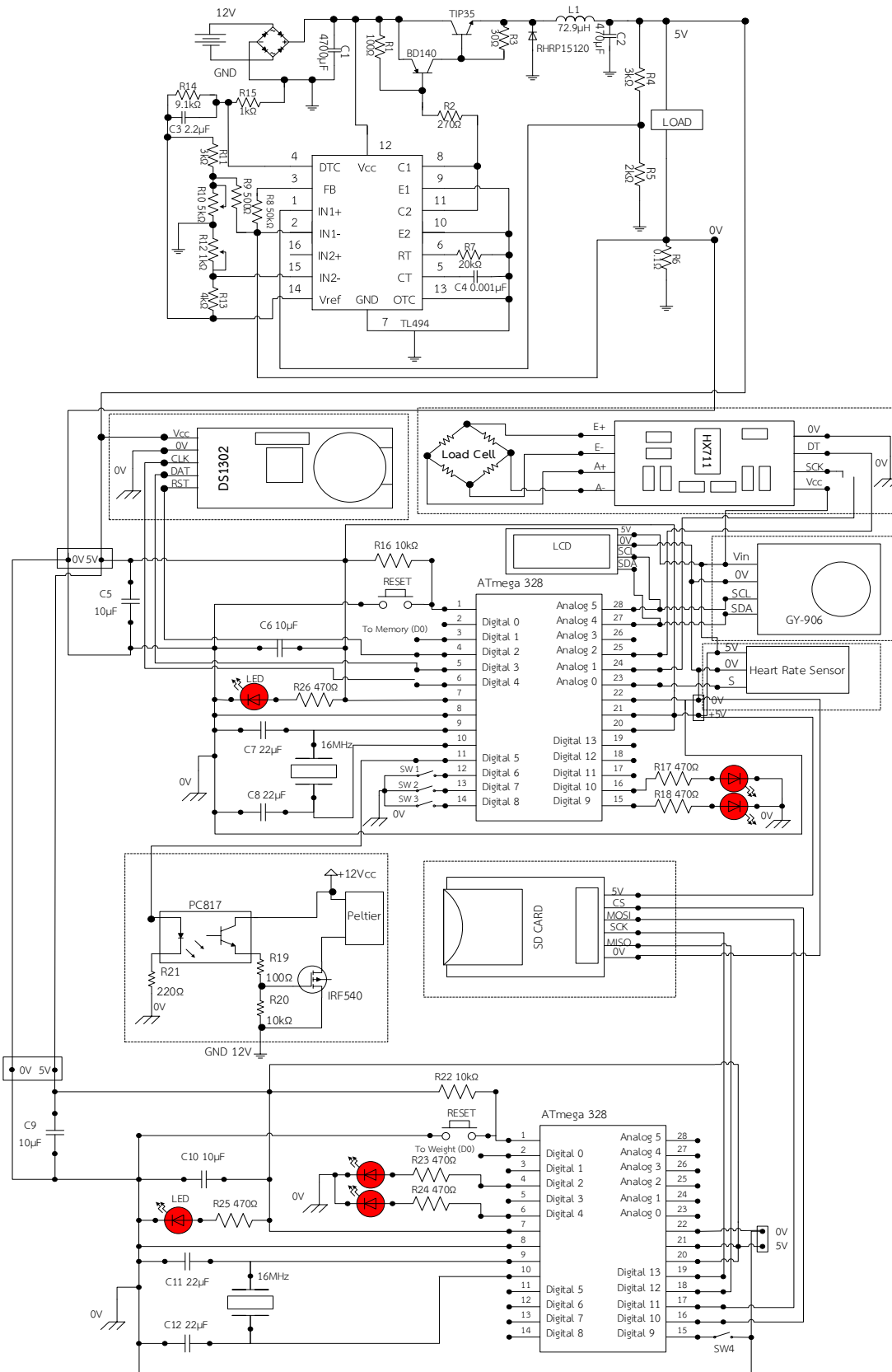
รูปที่ 3.9 โมดูลแสดงระดับแบตเตอรี่

3.2.7 โมดูลวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

เซนเซอร์วัดอัตราการเต้นของหัวใจดังแสดงในรูปที่ 3.10 เป็นเซนเซอร์ที่สามารถแปลงค่าอัตราการเต้นของหัวใจ ในหน่วยครั้งต่อวินาที (Bpm) คือการนับอัตราการเต้นของหัวใจ โดยนับผ่านการเต้นของหลอดเลือดแดงในเวลา 1 นาที จะประกอบไปด้วย อุปกรณ์ส่งสัญญาณชีพจร (Transmitter) และ ตัวรับสัญญาณ (Receiver) เราเลือกใช้โมดูลวัดอัตราการเต้นของหัวใจ เพราะมีขนาดเล็ก สามารถติดตั้งได้ง่าย และมีราคาไม่แพง ทำให้มีการลดต้นทุนในการทำไปได้มาก



รูปที่ 3.10 โมดูลวัดอัตราการเต้นของหัวใจ



หมายเหตุ: $0V$ คือ สัญลักษณ์กราวของ $0V$ ไม่ใช่กราวของแหล่งจ่าย

รูปที่ 3.11 วงจรรวมของระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ สำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้อง

3.3 การออกแบบโปรแกรม

การออกแบบโปรแกรมเป็นการออกแบบสมองสั่งงานระบบภายในวงจรที่จะคอยควบคุมการทำงานภายในส่วนต่างๆ ของระบบเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้อง โดยจะมีการสั่งการในระบบซึ่งนำหน้าที่มีการแสดงผลบนหน้าจอ ระบบวัดอัตราการเต้นของหัวใจที่มีการแสดงผลบนหน้าจอ และระบบบันทึกค่าต่าง ๆ ของข้อมูล อาทิ วัน เดือน ปี รอบ ปริมาณน้ำยาเข้า ปริมาณน้ำยาออก ผลกำไร-ขาดทุนของน้ำยาในแต่ละรอบ ผลรวมของกำไร-ขาดทุนของน้ำยาในแต่ละวัน อัตราการเต้นของหัวใจ และปริมาณน้ำที่ผู้ป่วยควรบริโภคต่อวัน ซึ่งจะมีการคำนวณภายในระบบที่เป็นปัจจัยหลักในการควบคุม เก็บค่า และแสดงผลในส่วนต่างๆ ของเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้องเพื่อที่จะได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการหรือใกล้เคียงที่สุด และระบบการแจ้งเตือนการถ่ายน้ำยาล้างไตเป็นระบบที่มีการจัดลำดับขั้นตอนในกระบวนการล้างไตของผู้ป่วย โดยมีการออกแบบโปรแกรมออกเป็น 3 ส่วนของเครื่องบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจและปริมาณน้ำยาล้างไตสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้อง อาทิ ในส่วนซึ่งจะรวมระบบซึ่งนำหน้าระบบวัดอัตราการเต้นของหัวใจ และระบบบันทึกข้อมูลเข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 3.16 ผังงาน (Flowchart) ของโปรแกรมเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้อง และคำนวณสูตรที่ใช้ภายในโปรแกรมของระบบดังต่อไปนี้

จากผังงานของโปรแกรมเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้องในรูปที่ 3.12 จากการทำงานเริ่มเมื่อเข้าเงื่อนไข Water/day ถ้าเป็นจริงจะเป็นการแสดงผลค่าปริมาณน้ำที่คำนวณได้สำหรับผู้ป่วยล้างไตเพื่อทราบในปริมาณน้ำที่ต้องดื่มต่อวันของของครั้งก่อนหน้า ถ้าไม่เป็นจริงจะเข้าเงื่อนไข Set ถ้า $H=0$ จะสร้างหัวตารางในการสร้างไฟล์เอ็กซ์เซล แต่ถ้า $H=1$ จากนั้นเข้าเงื่อนไข Select ต่อจะเป็นการเลือกความเข้มข้นของน้ำยาดังนี้ 1.5%, 2.5% และ 4.25% เมื่อเลือกแล้วต่อไปทำการเข้าสู่เงื่อนไข Enter รอจนกว่าจะเป็นจริงเพื่อเป็นการตกลงค่าความเข้มข้นของน้ำยาที่เราเลือกแล้วเข้าสู่สถานะเงื่อนไข Enter รอจนกว่าจะเป็นจริงเพื่อเริ่มจับเวลาน้ำยาออกจากช่องท้อง จากนั้นเข้าสู่เงื่อนไข Enter อีกครั้งรอจนกว่าจะเป็นจริงเพื่อเป็นการหยุดเวลาที่จับเวลาน้ำยาออก ต่อไปทำการเข้าสู่เงื่อนไข Enter อีกครั้งรอจนกว่าจะเป็นจริงเพื่อบันทึกเวลา เริ่มปล่อยน้ำยาเข้า และบันทึกน้ำหนักของถุงน้ำยาล้างไตที่ปล่อยเข้า จากนั้นเข้าสู่เงื่อนไข Enter อีกครั้งรอจนกว่าจะเป็นจริงเพื่อหยุดเวลาของถุงน้ำยาที่ปล่อยเข้า จากนั้นเข้าสู่สถานะเงื่อนไข Enter รอจนกว่าจะเป็นจริงเพื่อบันทึกค่าน้ำหนักของถุงน้ำยาเก่าที่ออกมาจากช่องท้อง ถ้าเป็นจริงจะเริ่มการวัดอัตราการเต้นของหัวใจวนไปเรื่อยๆ จนกว่า $a=6$ ถ้าเป็นจริงแล้วจะส่งค่าไปเก็บบันทึกข้อมูลในเอสดีการ์ด จากนั้นเข้าสู่เงื่อนไข Water/day ถ้าเป็นจริงจะเป็นการแสดงผลค่าปริมาณน้ำที่คำนวณได้สำหรับผู้ป่วยล้างไตเพื่อทราบในปริมาณน้ำที่ต้องดื่มต่อวัน

3.3.1 ปริมาณน้ำที่ผู้ป่วยควรบริโภคต่อวัน

น้ำที่ผู้ป่วยโรคไตวายควรบริโภคต่อวันนั้น เป็นน้ำที่ได้จากทุก ๆ ที่ อาทิ น้ำดื่ม น้ำจากแกงจืด น้ำจากข้าว เป็นต้น โดยที่ผู้ป่วยจะต้องรักษาการควบคุมระดับการบริโภคของน้ำในแต่ละวันให้อยู่ในความพอดี เนื่องจาก ในกรณีที่ผู้ป่วยได้รับน้ำมากเกินไป ผู้ป่วยจะมีอาการบวมหน้า อาจจะทำให้เกิดน้ำท่วมปอดได้ และในกรณีที่ผู้ป่วยได้รับน้ำน้อยเกินไป ผู้ป่วยจะมีอาการขาดน้ำทำให้ร่างกายไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ ทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนอื่น ๆ โดยในทั้งสองกรณีเป็นอาการเสี่ยงต่อผู้ป่วยโรคไตวายเป็นอย่างมากอาจทำให้เกิดอันตรายต่อชีวิตได้ ซึ่งจะคำนวณปริมาณน้ำสำหรับผู้ป่วยได้ดังสมการที่ 3.4 (ใช้หน่วยมิลลิลิตร)

$$Water = 500 + Waterout(+, -) = Urinate \quad (3.4)$$

โดย	Water	=	น้ำที่ควรได้รับ
	Water-out	=	ปริมาณผลกำไรหรือขาดทุนน้ำยาที่ออกจากช่องท้อง
	Urinate	=	ปริมาณปัสสาวะ

3.3.2 ปริมาณน้ำยาล้างไต

น้ำยาล้างไตที่ใช้ในการล้างไตในแต่ละครั้งของการใช้งานจะมีทั้งน้ำยาที่มาจากถุงน้ำยาใหม่ เข้าช่องท้องผู้ป่วย และน้ำยาเก่าที่มาจากช่องท้องของผู้ป่วยเข้าถุงทิ้งน้ำยา โดยการคำนวณที่ใช้จะมีการนำ สูตรการคำนวณปริมาณน้ำยาล้างไตทั้งน้ำยาใหม่ของถุงใหม่ และน้ำยาเก่าของถุงทิ้งน้ำยาเข้าบรรจุไว้ใน กระบวนการในช่วงของการบันทึกข้อมูลดังสมการที่ 3.5 และ 3.6 ซึ่งค่า 2200 เป็นค่าน้ำหนักมาตรฐาน ของถุงน้ำยาล้างไต (ใช้หน่วยมิลลิลิตร)

ถุงใหม่

$$WaterStop = LastWeight \quad (3.5)$$

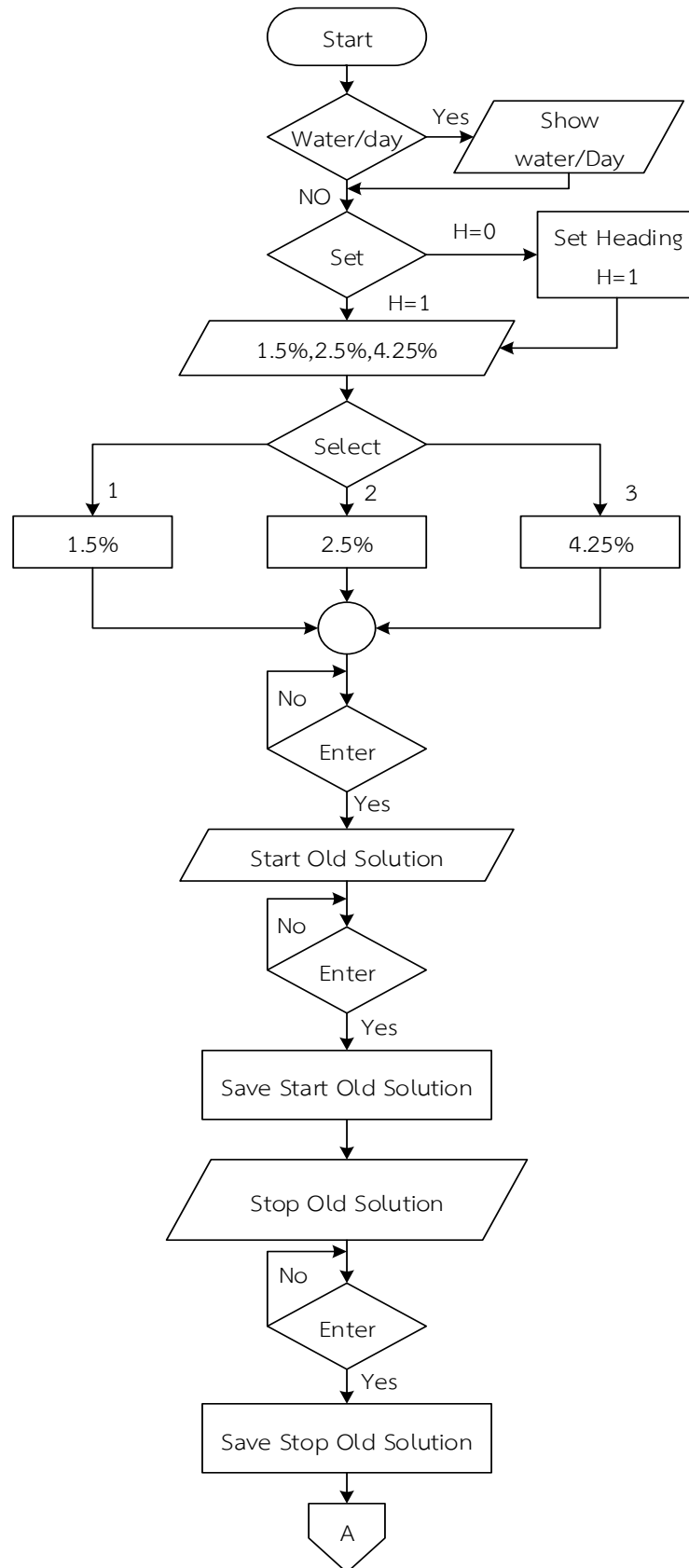
ถุงทิ้งน้ำยา

$$WaterStart = WeightOld - (LastWeight - WeightNew) \quad (3.6)$$

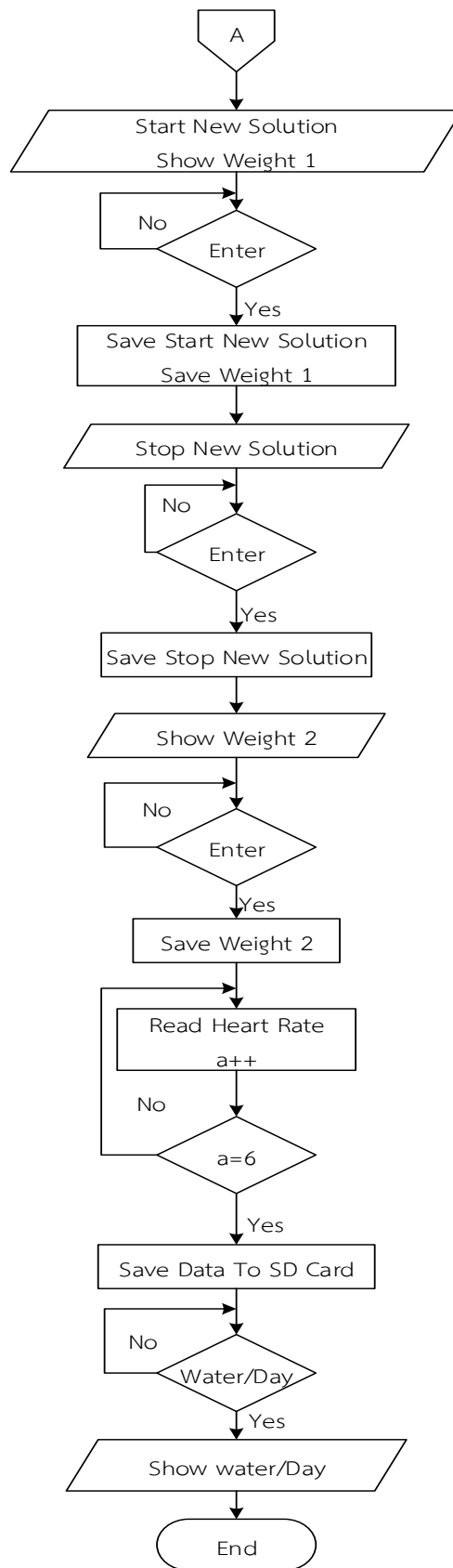
โดย	Water-Start	=	น้ำยาล้างไตช่วงเข้าช่องท้อง
	Water-Stop	=	น้ำยาล้างไตช่วงออกช่องท้อง
	Last-Weight	=	ค่าน้ำหนักถุงน้ำยาใหม่ที่ซื้ได้จากครั้งก่อน
	Weight-Old	=	ค่าน้ำหนักถุงน้ำยาเก่าที่ซื้ได้ ณ ปัจจุบัน
	Weight-New	=	ค่าน้ำหนักถุงน้ำยาใหม่ที่ซื้ได้ ณ ปัจจุบัน

3.4 การออกแบบโครงสร้าง

การออกแบบโครงสร้างเป็นการออกแบบร่างกายของระบบที่จะคอยรองรับการทำงานของส่วนต่าง ๆ ของระบบเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและอัตราการเดินของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้อง ซึ่ง จะมีการออกแบบโครงสร้างให้เหมาะสมกับรูปแบบของการใช้งานของเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและ อัตราการเดินของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้อง และขั้นตอนการล้างไตทางช่องท้องของผู้ป่วย ซึ่งเป็นปัจจัยหลักสำคัญในความเหมาะสมต่อการใช้งานในการทำงาน และการแสดงผลในส่วนต่าง ๆ ของ เครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและอัตราการเดินของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้อง เพื่อที่จะได้ สามารถใช้งานในการทำงานของกระบวนการทำงานของการล้างไตทางช่องท้องของผู้ป่วยได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด และมีความปลอดภัยต่อการใช้งานของเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและอัตราการ เดินของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้องสำหรับผู้ป่วยที่ใช้วิธีการล้างไตทางช่องท้อง โดยมีการ ออกแบบแนวทางของโครงสร้างของเครื่องบันทึกอัตราการเดินของหัวใจและปริมาณน้ำยาล้างไตสำหรับ ผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้องที่ครอบคลุมต่อขอบเขตที่ผู้คณะผู้จัดทำได้ออกแบบเอาไว้และการใช้งานได้สะดวก สบายงาม และมีแนวทางการสร้าง พัฒนารูปแบบของอุปกรณ์ในการช่วยเหลือผู้ป่วยไตวายเรื้อรังที่ใช้วิธีการ ล้างไตทางช่องท้องดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.12 ผังงานของโปรแกรมระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้อง



รูปที่ 3.12 (ต่อ) ผังงานของโปรแกรมระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพสำหรับผู้ป่วย
ล้างไตผ่านช่องท้อง

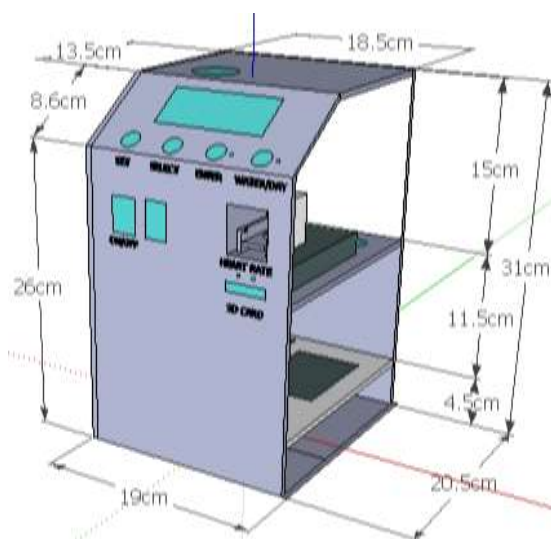
3.4.1 แนวทางการล้างไต

เป็นวิธีการล้างไตทางช่องท้องของผู้ป่วยโรคไตวายเรื้อรัง โดยใช้ถุงน้ำยาล้างไตแบบถุงคู่ (Twin Bag) ซึ่งผู้ป่วยโรคไตวายเรื้อรังที่ใช้วิธีการล้างไตทางช่องท้องต้องใช้น้ำยาล้างไตล้างไตเป็นจำนวนอย่างน้อย 4 ครั้งต่อวัน เนื่องจากน้ำยาล้างไตมีคุณภาพสามารถอยู่ได้ประมาณ 4-6 ชั่วโมง และถุงน้ำยาล้างไตใช้ระบบท่อส่งน้ำยาเข้าออกรูปตัววาย (Y-Set System) ที่มีถุงน้ำยาใหม่ และถุงน้ำเปล่าติดมากับสายตั้งรูปที่ 3.14 โดยในขั้นตอนการเปลี่ยนน้ำยาล้างไตต้องใช้อุปกรณ์ในการหนีบสายยาง แล้วต้องนำถุงน้ำยาทั้งน้ำยาเก่า และน้ำยาใหม่ไปแช่น้ำหนักพร้อมบันทึกผลลงในสมุดบันทึกของผู้ป่วยดังรูปที่ 3.15 ขั้นตอนการปฏิบัติในการล้างไตผ่านทางช่องท้องมีดังนี้

- 1) เตรียมอุปกรณ์ให้พร้อม
- 2) ปิดพัดลมและหน้าต่างบริเวณใกล้เคียง ถ้าเป็นเครื่องปรับอากาศ ระวังฝุ่น
- 3) สวมผ้าปิดปากและจมูก
- 4) ล้างมือให้สะอาดตามวิธีการล้างมือ
- 5) เตรียมโต๊ะที่เปลี่ยนน้ำยาให้สะอาด โดยใช้ 70% Alcohol ฉีดพ่นที่โต๊ะ
- 6) ใช้ผ้าก๊อช หรือสำลีปลอดเชื้อเช็ดโต๊ะไปทางเดียวกันให้ทั่วและเช็ดขอบโต๊ะ โดยเช็ดทุกครั้งที่ต้องเปลี่ยนน้ำยา
- 7) ตรวจสอบสภาพถุงน้ำยา โดยวางถุงน้ำยาบนโต๊ะ ดูวันหมดอายุ เพอร์เซ็นต์ ปริมาตรสภาพของสายน้ำยา ทดสอบการรั่วซึมของถุงน้ำยา
- 8) ฉีกถุงหุ้มน้ำยาภายนอกออก ยกถุงสองดูว่าน้ำยามีสิ่งแขวนลอยหรือสิ่งผิดปกติหรือไม่ นำถุงน้ำยาขึ้นแขวน ดูปริมาตรน้ำยาที่ตาชั่ง
- 9) วางซอง Mini cap ใหม่บนโต๊ะที่ทำความสะอาดแล้ว
- 10) หากปลายสาย Mini transfer มีผ้าก๊อชหุ้มอยู่ให้แกะผ้าก๊อชออกแล้วปูผ้าสะอาดรองสาย mini transfer ไว้
- 11) ล้างมือให้สะอาดตามขั้นตอนหรือ เช็ดมือด้วย Alcohol ใช้มือข้างที่ถนัดจับปลายสายของถุงน้ำยาที่จะต่อเข้ากับผู้ป่วย และใช้มืออีกข้างหนึ่งแยกสายและถุงน้ำยาเปล่าออกจากถุงน้ำยา ตรวจสอบความสมบูรณ์ของสายและข้อต่อต่าง ๆ แล้วนำถุงเปล่าวางลงในภาชนะรองรับน้ำยาที่เตรียมไว้ โดยให้ต่ำกว่าระดับช่องท้อง
- 12) นำตัวหนีบสีน้ำเงิน (Out Port Clamp) 1 อัน มาหนีบสายน้ำยาเข้า
- 13) ใช้มือข้างที่ถนัดจับสาย mini transfer มืออีกข้างหนึ่งจับปลายสายของถุงน้ำยา แล้วดึงจุกยางสีเขียว ปลายสายถุงน้ำยาออก และหมุน mini transfer ของสาย transfer ออก
- 14) ต่อปลายสายรูปตัว Y เข้ากับสาย mini transfer แล้วหมุนเกลียวให้สนิท โดยให้หมุนทางด้านสายถุงน้ำยา
- 15) คลายเกลียวสาย mini transfer เพื่อปล่อยน้ำยาออกจากช่องท้องลงถุงน้ำยาทิ้งจนหมด แล้วหมุนเกลียวสาย mini transfer ปิด (พร้อมลงจดบันทึกเวลาน้ำยาออก ปกติใช้เวลาประมาณ 15-20 นาที)
- 16) ใช้นิ้วหัวแม่มือทั้งสองข้างหักเดือย(แท่งสีเขียว)ของถุงน้ำยาให้แยกออก
- 17) ปลด out port clamp จากถุงน้ำยาใหม่ ให้น้ำยาจากถุงใหม่ไหลลงถุงน้ำยาที่ปล่อยออก (Drainage bag) นับ 1 ถึง 5 (ประมาณ 5 วินาที) เรียกว่า Flush before fill แล้วนำ out port clamp มาหนีบสายน้ำยาออก

- 18) คลายเกลียวสาย mini transfer ให้น้ำยาไหลเข้าห้องจนหมด (พร้อมทั้งจดบันทึกเวลาน้ำยาเข้า ปกติใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที ปิดเกลียวและนำ out port clamp หนีบสายน้ำยาปล่อยเข้า
- 19) เปิดช่อง mini cap ใหม่ ในลักษณะที่หยิบใช้ได้สะดวก
- 20) ล้างมือให้สะอาดตามขั้นตอนหรือใช้ Alcohol handrub
- 21) ใช้มือข้างถนัดจับปลายสาย mini transfer บริเวณข้อต่อสีฟ้า และใช้มืออีกข้างหนึ่ง หมุนปิดเกลียวสายทางด้านถุงน้ำยา และปลดสายของถุงน้ำยาออกระวังอย่าให้ส่วนปลายสาย mini transfer ไปสัมผัสสิ่งใดๆ จากนั้นหมุนปิดส่วนปลายสาย mini transfer ด้วย mini cap อันใหม่
- 22) ปิดสาย mini transfer โดยหมุนเกลียวให้สนิท
- 23) อาจจะใช้ gauze sterile หุ้ม mini cap ให้เรียบร้อยแล้วใช้พลาสติกมัดปิดปลายสาย mini transfer ไว้กับหน้าห้องผู้ป่วย
- 24) ชั่งน้ำหนักน้ำยาถุงที่ปล่อยออก และตรวจดูน้ำยาว่ามีลักษณะผิดปกติหรือไม่เช่น ดูความขุ่น เยื่อเมือก หรือเลือด
- 25) บันทึกสมมูลน้ำยาที่ปล่อยเข้า-ออก และสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้น
- 26) ตัดถุงน้ำยา เททิ้งลงชักโครก ถุงพลาสติก และขยะอื่นๆทิ้งในถังขยะ

จากการปฏิบัติขั้นตอนต่างๆ ของการเปลี่ยนถ่ายน้ำยาล้างไตผ่านช่องท้องด้วยตนเองพร้อมการจดบันทึกข้อมูลลงสมุดนั้น ซึ่งทำให้มีการออกแบบที่สะดวกและได้ติดตั้งที่ออกแบบกับเสาสำเร็จรูปดังรูปที่ 3.16



ก. โครงสร้างในโปรแกรม Sketchup



ข. โครงสร้างเมื่อสำเร็จ

รูปที่ 3.13 แบบจำลองและของจริงระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ



ก. ถุงน้ำยาล้างไตผ่านช่องท้อง



ข. จุกปิดสีขาว (Mini Cap)

รูปที่ 3.14 ถุงน้ำยาล้างไตผ่านช่องท้องและจุกปิดสีขาว



รูปที่ 3.15 สมุดจดบันทึก

จากแนวทางการล้างไตนี้ เป็นแนวทางพื้นฐานการเลือกวิธีที่ผู้ป่วยสามารถเลือกปฏิบัติได้เอง พร้อมกับคำแนะนำของแพทย์ และพยาบาลที่คอยดูแลรักษาอยู่ ซึ่งแนวทางนี้จะทำให้ผู้ป่วยสามารถมีอิสระในการดำเนินชีวิตได้อย่างปกติสุข แต่วิธีการล้างไตทางช่องท้องนี้ยังคงมีความเสี่ยงอาจเกิดโอกาสในการติดเชื้อต่อผู้ป่วยได้ง่ายมาก ดังนั้นผู้ป่วยที่เลือกใช้วิธีการล้างไตนี้ควรมีความระมัดระวังในทุก ๆ ขั้นตอนของการปฏิบัติในวิธีการล้างไต ซึ่งในทุก ๆ ขั้นตอนนั้นมีความเสี่ยงต่อโอกาสเสี่ยงในการติดเชื้อค่อนข้างสูง



ก. ด้านหน้า



ข. ด้านหลัง



ค. ด้านซ้าย



ง. ด้านขวา

รูปที่ 3.16 โครงสร้างระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสัญญาณ

เนื่องจากในด้านระบบโครงสร้างในการเปลี่ยนน้ำยาล้างไตยังคงจะต้องมีการปรับปรุง ดัดแปลง และพัฒนาเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้องได้อีกมากซึ่งเครื่องนี้มีข้อดีข้อเสียได้ดังนี้

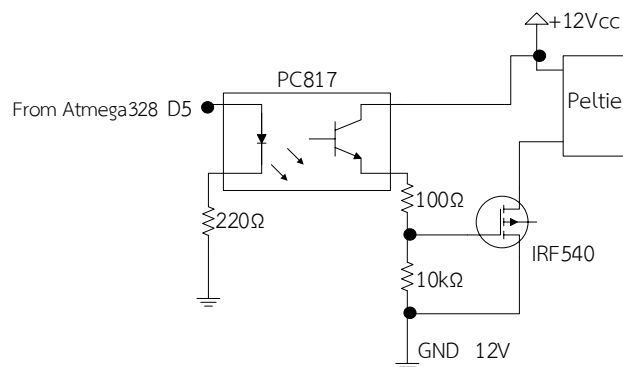
ข้อดีของวิธีการล้างไต

- สามารถล้างไตได้ด้วยตนเอง ทั้งใน และนอกสถานที่ (สำหรับสถานที่สะอาด)
- ในการเปลี่ยนน้ำยาล้างไตมีขั้นตอนในการล้างไตที่น้อยลง
- การจดบันทึกข้อมูลมีความสะดวก และเที่ยงตรงมากขึ้น
- สามารถวัดอัตราการเต้นได้

- สามารถอุ่นน้ำยาล้างไตก่อนเข้าช่องท้องได้โดย ที่ลดอาการเสียวหน้าท้องในช่วงฤดูหนาว หรือที่มีอุณหภูมิต่ำ
- สูญเสียค่าใช้จ่ายในการล้างไตไม่สูงมาก เมื่อเทียบกับวิธีการล้างไตแบบอื่น
- อาจทำให้ผู้ป่วยลำบากในการใช้งานจากขนาดของเครื่องบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ และปริมาณน้ำยาล้างไตสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้อง
- เหมาะสำหรับผู้ป่วยที่ใช้งานด้วยตัวเองเท่านั้น

3.5 การพัฒนาชุดอุ่นน้ำยา

การทำชุดอุ่นน้ำยาล้างไตเนื่องจากปัญหาที่ผู้ป่วยนั้นได้พบจากอาการเสียวหน้าท้องขณะปล่อยน้ำยาเข้าช่องท้องจึงเป็นสาเหตุของการพัฒนาระบบเพิ่มเติมจัดทำชุดอุ่นขึ้นมาโดยที่อุ่นได้จนถึง 30 องศาเซลเซียส เนื่องด้วยอุณหภูมิที่มากกว่า 30 องศาเซลเซียส จะทำให้น้ำยาล้างไตเสื่อมสภาพจากการทดลองในบทที่ 4 การทดสอบประสิทธิภาพชุดอุ่น ในระยะเวลาที่กำหนดสามารถอุ่นได้สูงสุดที่ 30 องศาเซลเซียส แล้วตัดให้อุณหภูมิคงที่ เพื่อไม่ให้น้ำยาล้างไตเกิดการเสียหายและอาจส่งผลต่อผู้ป่วยได้ แต่จากการพัฒนาระบบนั้น ไม่ได้ทดสอบกับผู้ป่วยโดยตรงในการใช้งานชุดอุ่นน้ำยาล้างไต เนื่องจากเพื่อเป็นการป้องกันความเสียหาย หรือการติดเชื้อ จึงเป็นเพียงการพัฒนาระบบเพิ่มเติมเท่านั้น ในการออกแบบชุดอุ่นเลือกใช้ แผ่นสร้างความร้อนเทอร์โมอิเล็กทริก เป็นแผ่นร้อนเย็น โดยใช้หลักการเทอร์โมอิเล็กทริก (Thermoelectric) เป็นหลักการทำความเย็นโดยใช้สารกึ่งตัวนำชนิด พี-เอ็น (P-N Type) หรือเรียกว่าเพลเทียร์วงจรที่ออกแบบแสดงดังในรูปที่ 3.17



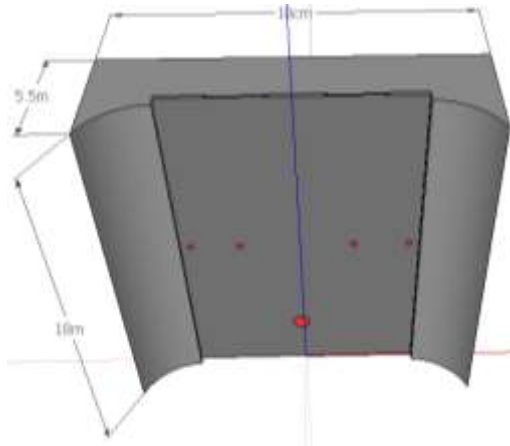
รูปที่ 3.17 วงจรชุดอุ่นน้ำยาล้างไต

3.5.1 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิแบบไร้สัมผัส

เซนเซอร์วัดอุณหภูมิแบบไร้สัมผัส ทำงานบนหลักการที่ว่าวัตถุหรือร่างกายทั้งหมดให้รังสีอินฟราเรดออกมาในสัดส่วนโดยตรงกับอุณหภูมิ การออกแบบวงจร ได้เลือกใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิแบบไร้สัมผัสดังรูปที่ 3.18 และมีการออกแบบรูปโครงสร้างของชุดอุณหภูมิน้ำยาล้างไตดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.18 โมดูลเซนเซอร์วัดอุณหภูมิแบบไร้สัมผัส



ก. โครงสร้างในโปรแกรม Sketchup



ข. โครงสร้างเมื่อสำเร็จ

รูปที่ 3.19 แบบจำลองและของจริงของชุดอุณหภูมิ

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดสอบของเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้องว่าผลที่ได้ออกมาเป็นอย่างไรอยู่ในขอบเขตหรือไม่ อาทิ การตรวจสอบประสิทธิภาพความเที่ยงตรงส่วนชั่งน้ำหนัก ตรวจสอบประสิทธิภาพการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ตรวจสอบประสิทธิภาพการบันทึกข้อมูล ตรวจสอบประสิทธิภาพชุดอุณหภูมิน้ำยาล้างไต และตรวจสอบประสิทธิภาพรวมทั้งหมดของเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้อง เป็นต้น

4.1 การทดลองที่ 1 การทดลองประสิทธิภาพความเที่ยงตรงส่วนชั่งน้ำหนัก

ในการทดลองนี้จะเป็นการทดลองการตรวจสอบประสิทธิภาพความเที่ยงตรงส่วนชั่งน้ำหนักเพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการประมวลค่าน้ำหนักพร้อมแสดงผลในหน้าจอแสดงค่าน้ำหนัก โดยการทดลองนี้จะเป็นการสอบเทียบ ตั้งแต่พิกัด 100 กรัม จนถึง 5.5 กิโลกรัม ซึ่งใช้ค่าน้ำหนักของลูกเหล็กถ่วงมาตรฐาน ดังรูปที่ 4.1 ที่ใช้ในการทดสอบเทียบของงานซึ่งต่างๆ อาทิ ร้านทอง ร้านยา ร้านเพชร เป็นต้น และขอตรวจน้ำหนักอ้างอิงค่าน้ำหนักจากลูกเหล็กถ่วงมาตรฐาน เนื่องจากมีความคลาดเคลื่อนระดับน้อยจึงนำมาทำการทดสอบความเที่ยงตรงของเครื่องชั่งน้ำหนักน้ำยาล้างไตสามารถชั่งค่าน้ำหนักสูงสุด 5 กิโลกรัม และความละเอียด 100 กรัม



รูปที่ 4.1 อุปกรณ์การทดลองการตรวจสอบสภาพความเที่ยงตรงของน้ำหนัก

4.1.1 วิธีการทดลองประสิทธิภาพความเที่ยงตรงส่วนชั่งน้ำหนัก

- เตรียมอุปกรณ์ทดสอบตรวจสอบประสิทธิภาพความเที่ยงตรงส่วนชั่งน้ำหนัก โดยใช้ลูกตุ้ม น้ำหนักมาตรฐานทดสอบขนาด 100 200 300 400 500 600 700 800 900 และ 1,000 กรัม และขอตรวจน้ำหนักขวดละ 1,000 กรัม จำนวน 5 ขวด เพื่อทดสอบประสิทธิภาพความเที่ยงตรงส่วนชั่งน้ำหนักขนาด 1,000 1,100 1,200 1,300 1,400 1,500 1,600 1,700 1,800 1,900 2,000 3,000 4,000 และ 5,000 กรัม

- ทดสอบค่าน้ำหนัก 1,000 1,100 1,200 1,300 1,400 1,500 1,600 1,700 1,800 1,900 2,000 3,000 4,000 และ 5,000 กรัมตามลำดับพร้อมบันทึกข้อมูล

- ทดสอบตรวจสอบประสิทธิภาพความเที่ยงตรงของการชั่งน้ำหนัก จำนวน 5 ครั้ง ต่อ 1 ค่าน้ำหนักที่ใช้ในการชั่งน้ำหนัก

- บันทึกผลที่ได้ลงในตารางที่ 4.1

4.1.2 ผลการทดลองประสิทธิภาพค่าน้ำหนัก

จากการทดลองสามารถตรวจสอบประสิทธิภาพค่าน้ำหนักได้ดังตารางที่ 4.1

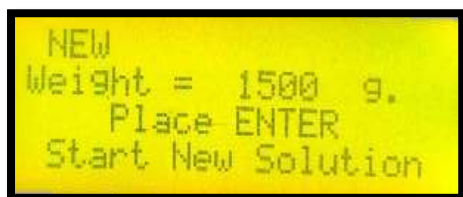
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองประสิทธิภาพการชั่งน้ำหนัก

ลูกตุ้ม (กรัม)	ครั้งที่					เฉลี่ย	%ความ ผิดพลาด
	1	2	3	4	5		
1,000	1,001	1,001	1,000	1,001	1,001	1,000.8	0.08
1,100	1,101	1,101	1,099	1,101	1,099	1,100.2	0.02
1,200	1,201	1,201	1,201	1,201	1,201	1,201	0.08
1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	0
1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	0
1,500	1,500	1,501	1,500	1,499	1,500	1,500	0
1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	0
1,700	1,700	1,701	1,700	1,699	1,700	1,700	0
1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	0
1,900	1,899	1,900	1,901	1,900	1,900	1,900	0
2,000	2,001	2,001	2,000	2,000	2,001	2,000.6	0.03
3,000	2,988	2,987	2,987	2,987	2,987	2,987.8	0.4
4,000	3,982	3,982	3,980	3,982	3,982	3,981.6	0.5
5,000	4,981	4,981	4,981	4,981	4,981	4,981	0.4
5,500	OL*	OL*	OL*	OL*	OL*	OL*	0
ค่าเฉลี่ย							0.31

หมายเหตุ: OL* = Over Load

4.1.3 สรุปการทดลองการตรวจสอบประสิทธิภาพความเที่ยงตรงส่วนชั่งน้ำหนัก

จากตารางที่ 4.1 สามารถสรุปได้ว่าการทดลองการตรวจสอบประสิทธิภาพความเที่ยงตรงส่วนชั่งน้ำหนักซึ่งมีค่าเฉลี่ยความผิดพลาด 0.31% เนื่องจากยังมีค่าที่ผิดพลาด แต่ยังไม่เกินความผิดพลาด 2% โดยมีค่าน้ำหนักสูงสุดที่รับได้ 5 กิโลกรัม ความละเอียด 100 กรัม และไม่ควรถ่วงน้ำหนักเกิน 5 กิโลกรัม เนื่องจากจะทำให้ส่วนชั่งน้ำหนักเสียหายได้ ซึ่งค่าน้ำหนักที่ใช้เทียบตรงกับหน้าจอแสดงผล และไม่มีค่าความผิดพลาดในการชั่งน้ำหนัก รูปตัวอย่างการทดลองดังรูปที่ 4.2



NEW
Weight = 1500 g.
Place ENTER
Start New Solution

ก. การทดลองครั้งที่ 1



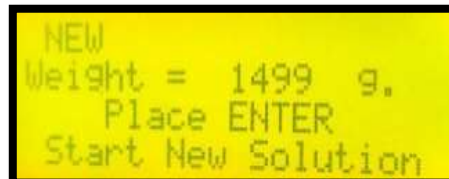
NEW
Weight = 1501 g.
Place ENTER
Start New Solution

ข. การทดลองครั้งที่ 2



NEW
Weight = 1500 g.
Place ENTER
Start New Solution

ค. การทดลองครั้งที่ 3



NEW
Weight = 1499 g.
Place ENTER
Start New Solution

ง. การทดลองครั้งที่ 4



NEW
Weight = 1500 g.
Place ENTER
Start New Solution

จ. การทดลองครั้งที่ 5

รูปที่ 4.2 ผลการทดลองในช่วงน้ำหนัก 1500 กรัม

4.2 การทดลองที่ 2 การทดลองประสิทธิภาพการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

ในการทดลองนี้จะเป็นการทดลองการตรวจสอบประสิทธิภาพการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการประมวลค่าการเต้นของหัวใจพร้อมแสดงผลในหน้าจอแสดงค่าอัตราการเต้นของหัวใจ โดยการทดลองนี้จะเป็นการสอบเทียบ อัตราการเต้นของหัวใจกับ แอปพลิเคชัน ซึ่งใช้แอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือ สมาร์ทโฟนยี่ห้อ Apple รุ่น 7 Plus ระบบปฏิบัติการ IOS11.4 แอปพลิเคชันที่ใช้ชื่อ Instant Heart Rate Version 5.150.22793 ที่ใช้ในการทดสอบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจใช้ในการอ้างอิงค่า เนื่องจากมีความคลาดเคลื่อนระดับน้อยจึงนำมาทำการทดสอบความเที่ยงตรงของการทดสอบประสิทธิภาพการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ หน่วยบีพีเอ็ม

4.2.1 วิธีการทดลองการตรวจสอบประสิทธิภาพการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

- เตรียมอุปกรณ์ทดสอบตรวจสอบประสิทธิภาพการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ โดยใช้แอปพลิเคชันในโทรศัพท์สมาร์ทโฟน ดังรูปที่ 4.3 และ รูปที่ 4.4



รูปที่ 4.3 วิธีการสอบเทียบ



รูปที่ 4.4 แอปพลิเคชันวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Instant Heart Rate)

- ทดสอบตรวจสอบประสิทธิภาพการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ จำนวน 10 ครั้ง ต่อ 1 ค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่ใช้ในแต่ละครั้ง ทั้งจำนวน 20 คน
- บันทึกผลของเครื่องที่ออกแบบกับเครื่องสอบเทียบลงในตารางที่ 4.2 พร้อมคำนวณเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด ดังสมการที่ 4.1

4.2.2 ผลการทดลองประสิทธิภาพการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

จากการทดลองสามารถตรวจสอบประสิทธิภาพการวัดอัตราการเต้นของหัวใจได้ ดังตารางที่ 4.2

$$\% \text{ความผิดพลาด} = \frac{\text{ค่าสอบเทียบ} - \text{ค่าที่ทดลอง}}{\text{ค่าสอบเทียบ}} \times 100 \quad (4.1)$$

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองประสิทธิภาพการตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจ

คนที่	ครั้งที่	เครื่องที่ออกแบบ	เครื่องสอบเทียบ (สมาร์ทโฟน)	%ความผิดพลาด
1	1	72	71	1.4
	2	72	72	0
	3	72	72	0
	4	72	72	0
	5	72	72	0
	6	72	72	0
	7	72	72	0
	8	79	77	2.5
	9	79	77	2.5
	10	79	78	1.4
2	1	73	74	1.3
	2	74	75	1.3
	3	74	75	0
	4	75	75	0
	5	75	75	1
	6	76	77	1
	7	78	79	1
	8	79	80	1
	9	83	81	0
	10	91	91	1
3	1	94	95	1
	2	94	95	1
	3	94	95	1
	4	94	95	2
	5	94	96	1
	6	96	95	1
	7	96	95	0
	8	96	96	0
	9	96	96	2
	10	96	98	1.1
4	1	90	91	1.1
	2	90	91	0
	3	91	91	0
	4	91	91	0

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ผลการทดลองประสิทธิภาพการตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจ

คนที่	ครั้งที่	เครื่องที่ออกแบบ	เครื่องสอบเทียบ (สมาร์ทโฟน)	%ความผิดพลาด
4	5	91	91	0
	6	91	91	0
	7	91	93	0
	8	92	92	0
	9	92	92	0
	10	92	92	1.5
5	1	64	65	1.5
	2	64	65	0
	3	64	64	1.5
	4	63	64	1.5
	5	64	65	1.5
	6	63	64	0
	7	64	64	0
	8	64	64	0
	9	64	64	0
	10	73	73	0
6	1	92	92	1.1
	2	93	94	0
	3	94	94	0
	4	94	94	0
	5	95	95	1
	6	97	98	1
	7	98	97	1
	8	100	101	0
	9	101	101	1
	10	101	102	1.1
7	1	90	91	1.1
	2	90	91	0
	3	91	91	0
	4	91	91	0
	5	91	91	0
	6	91	91	0
	7	91	91	1

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ผลการทดลองประสิทธิภาพการตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจ

คนที่	ครั้งที่	เครื่องที่ออกแบบ	เครื่องสอบเทียบ (สมาร์ทโฟน)	%ความผิดพลาด
7	8	93	92	1
	9	93	92	1
	10	97	96	1.3
8	1	77	78	1.3
	2	77	78	0
	3	78	78	0
	4	78	78	0
	5	78	78	1.3
	6	78	79	1.3
	7	79	80	0
	8	94	94	1
	9	96	95	1
	10	96	95	0
9	1	76	76	1.3
	2	78	77	1.3
	3	78	77	1.3
	4	79	78	1.3
	5	79	78	1.3
	6	79	78	1.3
	7	79	78	1.3
	8	79	78	1
	9	93	94	1
	10	93	94	1.7
10	1	58	59	1.7
	2	58	59	0
	3	59	59	0
	4	59	59	0
	5	59	59	0
	6	59	59	0
	7	59	59	0
	8	59	59	0
	9	59	59	0
	10	62	62	1.4

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ผลการทดลองประสิทธิภาพการตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจ

คนที่	ครั้งที่	เครื่องที่ออกแบบ	เครื่องสอบเทียบ (สมาร์ทโฟน)	%ความผิดพลาด
11	1	103	104	1
	2	103	104	1
	3	103	104	1
	4	108	108	0
	5	108	108	0
	6	108	108	0
	7	108	109	1
	8	108	109	1
	9	109	109	0
	10	109	109	0
12	1	87	88	1.1
	2	87	88	1.1
	3	88	88	0
	4	99	101	2
	5	99	101	2
	6	100	101	1
	7	101	101	0
	8	101	101	0
	9	101	101	0
	10	104	105	1
13	1	57	57	0
	2	59	59	0
	3	59	60	1.7
	4	62	63	1.5
	5	64	65	1.5
	6	64	65	1.5
	7	64	65	1.5
	8	64	65	1.5
	9	65	64	1.6
	10	65	65	0
14	1	80	80	0
	2	80	81	1.2
	3	80	81	1.2
	4	80	81	1.2

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ผลการทดลองประสิทธิภาพการตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจ

คนที่	ครั้งที่	เครื่องที่ออกแบบ	เครื่องสอบเทียบ (สมาร์ทโฟน)	%ความผิดพลาด
14	5	83	81	2.5
	6	83	82	1.2
	7	83	82	1.2
	8	83	83	0
	9	86	87	1.1
	10	88	89	1.1
15	1	90	90	0
	2	90	90	0
	3	93	93	0
	4	93	93	0
	5	93	93	0
	6	99	99	0
	7	99	99	0
	8	99	99	0
	9	99	99	0
	10	99	99	0
16	1	95	96	1
	2	95	96	1
	3	95	96	1
	4	95	96	1
	5	95	96	1
	6	95	96	1
	7	95	96	1
	8	95	96	1
	9	95	96	1
	10	106	104	2
17	1	71	72	1.4
	2	75	75	0
	3	75	75	0
	4	76	76	0
	5	77	77	0
	6	79	80	1.3
	7	79	80	1.3
	8	81	79	2.5

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ผลการทดลองประสิทธิภาพการตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจ

คนที่	ครั้งที่	เครื่องที่ออกแบบ	เครื่องสอบเทียบ (สมาร์ทโฟน)	%ความผิดพลาด
17	9	81	80	1.25
	10	82	83	1.2
18	1	71	70	1.4
	2	71	70	1.4
	3	71	70	1.4
	4	71	70	1.4
	5	71	70	1.4
	6	72	72	0
	7	72	73	1.4
	8	72	73	1.4
	9	72	73	1.4
	10	72	73	1.4
19	1	89	88	1.1
	2	89	89	0
	3	90	89	1.1
	4	90	89	1.1
	5	93	92	1.1
	6	93	92	1.1
	7	93	94	1.1
	8	94	93	1
	9	113	113	0
	10	113	113	0
20	1	63	63	0
	2	63	64	1.6
	3	68	69	1.4
	4	73	73	0
	5	74	74	0
	6	74	74	0
	7	74	74	0
	8	75	74	1.4
	9	75	75	0
	10	75	75	0
ค่าเฉลี่ย				0.73

4.2.3 สรุปการทดลองประสิทธิภาพการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

จากตารางที่ 4.2 สามารถสรุปได้ว่าการทดลองการตรวจสอบประสิทธิภาพการวัดอัตราการเต้นของหัวใจมีความผิดพลาดเฉลี่ย 0.73% ซึ่งมีความผิดพลาดน้อยมากยังไม่เกินความผิดพลาด 2% โดยมีค่าเป็นไปตามแอปพลิเคชันในโทรศัพท์สมาร์ทโฟนตามจำนวนที่ทดลองเล็กน้อย แต่ยังไม่เกินความผิดพลาด 2% ซึ่งค่าวัดอัตราการเต้นของหัวใจที่ใช้เทียบตรงกับหน้าจอแสดงผล รูปตัวอย่างการทดลองของคนทดลองคนที่ 10 ดังรูปที่ 4.5 พร้อมแสดงกราฟอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ที่ทดลองคนที่ 10 เปรียบเทียบกันระหว่างแอปพลิเคชันกับเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้อง



ก. การทดลองครั้งที่ 1



ข. การทดลองครั้งที่ 2



ค. การทดลองครั้งที่ 3



ง. การทดลองครั้งที่ 4

รูปที่ 4.5 ผลการทดลองในช่วงวัดอัตราการเต้นของหัวใจ จากคนทดลองที่ 10



จ. การทดลองครั้งที่ 5



ฉ. การทดลองครั้งที่ 6



ช. การทดลองครั้งที่ 7



ซ. การทดลองครั้งที่ 8



ฅ. การทดลองครั้งที่ 9



ญ. การทดลองครั้งที่ 10

รูปที่ 4.5 (ต่อ) ผลการทดลองในช่วงวัดอัตราการเต้นของหัวใจ จากคนทดลองที่ 10

4.3 การทดลองที่ 3 การทดลองประสิทธิภาพการบันทึกข้อมูล

ในการทดลองนี้จะเป็นการทดลองการตรวจสอบประสิทธิภาพการบันทึกข้อมูล เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการประมวลค่าการส่งข้อมูลไปยังชุดบันทึกข้อมูล โดยการทดลองนี้จะเป็นการทดลองบันทึกในห้องปฏิบัติการ ข้อมูลจากการที่เราวัดโดยตรงจากเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้องที่ยังไม่ได้ส่งข้อมูลไปเก็บ นำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลในชุดบันทึกข้อมูลว่ามีข้อมูลตรงกันหรือไม่ อย่างไร

4.3.1 วิธีการทดลองประสิทธิภาพการบันทึกข้อมูล

- เตรียมเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้องเปิดพร้อมใช้งาน และถ่วงน้ำยาล้างไต
- เริ่มใช้งานเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้องตั้งแต่เริ่มพร้อมจดค่าที่ได้ในแต่ละส่วนของการวัด
- ทดสอบตรวจสอบประสิทธิภาพการบันทึกข้อมูล จำนวน 2 ครั้ง ซึ่งในแต่ละครั้งนั้นจะประกอบไปด้วย 4 รอบต่อวันของการเปลี่ยนถ่ายน้ำยาล้างไต พร้อมบันทึกข้อมูล
- บันทึกผลที่ได้ลงในตารางที่ 4.3



รูปที่ 4.6 ไมโครซอฟท์ เอกซ์เซล (Microsoft Excel)

4.3.2 ผลการทดลองประสิทธิภาพการบันทึกข้อมูล

จากการทดลองสามารถตรวจสอบประสิทธิภาพการบันทึกข้อมูลได้ ดังตารางที่ 4.3 และ 4.4 ซึ่งสามารถบันทึกข้อมูลทางการแพทย์ได้อย่างถูกต้อง ข้อมูลตรงกับสมุดบันทึกประจำตัวผู้ป่วย

4.3.3 สรุปการทดลองประสิทธิภาพการบันทึกข้อมูล

จากตารางที่ 4.5 สามารถสรุปได้ว่าการทดลองการตรวจสอบประสิทธิภาพการบันทึกข้อมูลมีความสามารถในการบันทึก และคำนวณค่าต่าง ๆ จากผลที่ได้รับได้อย่างถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถทำให้นำไปใช้งานได้จริงสามารถเปรียบเทียบข้อมูลได้ด้วยโปรแกรมเอกซ์เซล ดังรูปที่ 4.6 และดังรูปตัวอย่างการทดลองดังรูปที่ 4.7 ตารางบันทึกผลภายในไฟล์บันทึกผลการทดลอง เปรียบเทียบกับรูปที่ 4.8 ค่าที่ได้จากการทดลองซึ่งแสดงผ่านหน้าจอแอลซีดี

ตารางที่ 4.3 การทดลองการบันทึกรวมเวลาที่วัดได้

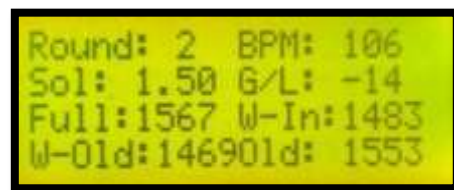
วันที่	เวลา	%ความเข้มข้นน้ำยา	รอบที่	น้ำยาเข้า			น้ำยาออก			กำไร/ขาดทุน (กรัม)	ปริมาณ (กรัม)	ปริมาณน้ำที่ต่อเติม (มิลลิลิตร)	อัตราการเต้นของหัวใจ (Bpm)
				เวลาเริ่ม	เวลาหมด	ปริมาตร (กรัม)	เวลาเริ่ม	เวลาหมด	ปริมาตร (กรัม)				
14.04.2018	21:24:43	1.5	1	21:15:13	21:23:38	1,476	21:05:30	21:14:41	1,422	-54	500	104	
14.04.2018	21:52:26	1.5	2	21:45:10	21:51:29	1,483	21:32:44	21:44:44	1,469	-14	500	106	
14.04.2018	22:20:55	1.5	3	22:12:17	22:19:45	1,400	22:03:01	22:11:47	1,552	152	500	108	
14.04.2018	22:40:07	1.5	4	22:38:59	22:39:02	1,315	22:30:02	22:38:04	1,627	312	896	99	
15.04.2018	20:53:35	1.5	1	20:44:32	20:52:03	1,214	20:25:07	20:41:47	1,708	494	500	119	
15.01.2018	21:30:27	1.5	2	21:21:32	21:28:42	1,092	21:02:25	21:17:38	1,777	685	1,179	109	
15.04.2018	22:11:11	1.5	3	21:57:47	22:08:34	1,773	21:42:56	21:54:23	1,110	-663	516	104	
15.04.2018	22:55:07	1.5	4	22:42:28	22:53:15	1,586	22:25:24	22:38:51	1,287	-299	217	91	

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองบันทึกข้อมูลเวลาที่ชุดบันทึกข้อมูลบันทึกได้

วันที่	เวลา	%ความ เข้มข้น น้ำยา	รอบที่	น้ำยาเข้า			น้ำยาออก			กำไร/ ขาดทุน (กรัม)	ปริมาณ ณสุทธิ (กรัม)	ปริมาณน้ำ ที่เติม (มิลลิลิตร)	อัตราการ เต้นของ หัวใจ (Bpm)
				เวลาเริ่ม	เวลาหมด	ปริมาตร (กรัม)	เวลาเริ่ม	เวลาหมด	ปริมาตร (กรัม)				
14.04.2018	21:24:43	1.5	1	21:15:13	21:23:38	1,476	21:05:30	21:14:41	1,422	-54	500	104	
14.04.2018	21:52:26	1.5	2	21:45:10	21:51:29	1,483	21:32:44	21:44:44	1,469	-68	500	106	
14.04.2018	22:20:55	1.5	3	22:12:17	22:19:45	1,400	22:03:01	22:11:47	1,552	152	500	108	
14.04.2018	22:40:07	1.5	4	22:38:59	22:39:02	1,315	22:30:02	22:38:04	1,627	312	896	99	
15.04.2018	20:53:35	1.5	1	20:44:32	20:52:03	1,214	20:25:07	20:41:47	1,708	494	500	119	
15.01.2018	21:30:27	1.5	2	21:21:32	21:28:42	1,092	21:02:25	21:17:38	1,777	685	500	109	
15.04.2018	22:11:11	1.5	3	21:57:47	22:08:34	1,773	21:42:56	21:54:23	1,110	-663	500	104	
15.04.2018	22:55:07	1.5	4	22:42:28	22:53:15	1,586	22:25:24	22:38:51	1,287	-299	717	91	

Dialysis Solution And Heart Rate Of Peritoneal Dialysis For Data Recorder										
DAY	Time	Solution(%Round)	start_new_stop_new_	WATER-ST_start_ol_t_stop_ol_t	WATER-ST_start_ol_t_stop_ol_t	WATER-ST_GAIN\LOS	TOTAL	WATER(D)	HEART-RATE(BPM)	
14.04.2011	21:24:43	1.5	1 21:15:13 21:23:38	1476 21:05:30 21:14:41	1422	-54	-54	500	104	
14.04.2011	21:52:26	1.5	2 21:45:10 21:51:29	1483 21:32:44 21:44:44	1469	-14	-68	500	106	
14.04.2011	22:20:55	1.5	3 22:12:17 22:19:45	1400 22:03:01 22:11:47	1552	152	84	500	108	
14.04.2011	22:40:07	1.5	4 22:38:59 22:39:02	1315 22:30:02 22:38:04	1627	312	396	896	99	
15.04.2011	20:53:35	1.5	1 20:44:32 20:52:03	1214 20:25:07 20:41:47	1708	494	494	500	119	
15.04.2011	21:30:27	1.5	2 21:21:32 21:28:42	1092 21:02:25 21:17:38	1777	685	1179	500	109	
15.04.2011	22:11:12	1.5	3 21:57:47 22:08:34	1773 21:42:56 21:54:23	1110	-663	516	500	104	
15.04.2011	22:55:07	1.5	4 22:42:28 22:53:15	1586 22:25:24 22:38:51	1287	-299	217	717	91	

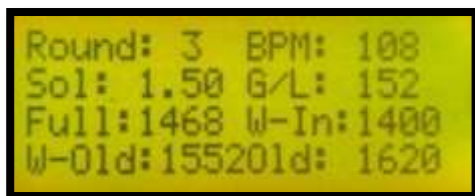
รูปที่ 4.7 ตารางบันทึกผลภายในไฟล์บันทึกผลการทดลอง



ก. ค่าที่วัดได้แสดงผ่านหน้าจอครั้งที่ 1

ข. ค่าที่วัดได้แสดงผ่านหน้าจอครั้งที่ 2

รูปที่ 4.8 ค่าทดลองแสดงผ่านทางหน้าจอแอลซีดี



ค. ค่าที่วัดได้แสดงผ่านหน้าจอครั้งที่ 3

ง. ค่าที่วัดได้แสดงผ่านหน้าจอครั้งที่ 4

รูปที่ 4.8 (ต่อ) ค่าทดลองแสดงผ่านทางหน้าจอแอลซีดี

4.4 การทดลองที่ 4 การทดลองประสิทธิภาพชุดอุณหภูมิต่ำน้ำยาล้างไต

ในการทดลองนี้จะเป็นการทดลองการตรวจสอบประสิทธิภาพชุดอุณหภูมิต่ำน้ำยาล้างไต เพื่อตรวจสอบอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นต่ออุณหภูมิต่ำน้ำยาล้างไต โดยการทดลองนี้จะเป็นการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการอุณหภูมิต่ำน้ำยาล้างไตพร้อมตรวจสอบอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น โดยชุดอุณหภูมิต่ำน้ำยาล้างไตใช้เฟลทเทียในการอินพุตและตรวจสอบอุณหภูมิโดยใช้เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด รุ่น GY-906 ในการวัดอุณหภูมิของอุณหภูมิต่ำน้ำยาล้างไต

4.4.1 วิธีการทดลองประสิทธิภาพชุดอุณหภูมิต่ำน้ำยาล้างไต

- เตรียมอุณหภูมิต่ำน้ำยาล้างไต และเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิในการวัดอุณหภูมิ
- เริ่มใช้งานใช้งานชุดอุณหภูมิต่ำน้ำยาล้างไตพร้อมจับเวลาตั้งแต่ 5, 10 และ 15 นาที และวัดอุณหภูมิพร้อมบันทึกข้อมูล ดังรูปที่ 4.9
- ทดสอบตรวจสอบประสิทธิภาพชุดอุณหภูมิต่ำน้ำยาล้างไต จำนวน 4 ครั้ง พร้อมบันทึกข้อมูลที่ได้ทุกครั้ง
- บันทึกผลที่ได้ลงในตารางที่ 4.5



รูปที่ 4.9 การอุณหภูมิต่ำน้ำยาล้างไต

4.4.2 ผลการทดลองประสิทธิภาพชุดอุ่นน้ำยาล้างไต

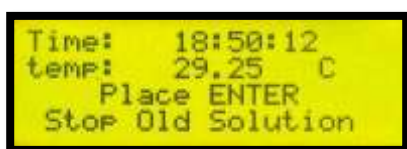
จากการทดลองสามารถตรวจสอบประสิทธิภาพชุดอุ่นน้ำยาล้างไตได้ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองประสิทธิภาพชุดอุ่นน้ำยาล้างไต

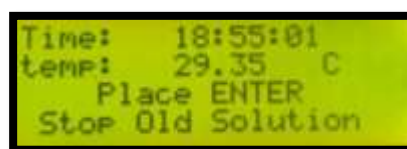
ครั้งที่	เวลา	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
เริ่มต้น	เริ่มต้น	28
1	5 นาที	29.25
	10 นาที	29.35
	15 นาที	29.71
2	5 นาที	29.25
	10 นาที	29.35
	15 นาที	29.75
3	5 นาที	29.25
	10 นาที	29.43
	15 นาที	29.75
4	5 นาที	29.25
	10 นาที	29.51
	15 นาที	29.75

4.4.3 สรุปการทดลองประสิทธิภาพชุดอุ่นน้ำยาล้างไต

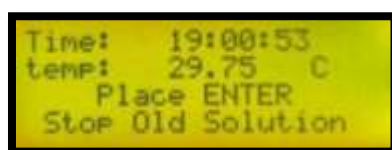
จากตารางที่ 4.5 สามารถสรุปได้ว่าการทดลองการตรวจสอบประสิทธิภาพชุดอุ่นน้ำยาล้างไตนั้น ทุก ๆ เวลาประมาณ 5 นาที อุณหภูมิจะขึ้นเพียง 0.50 องศาเซลเซียส เนื่องด้วยจากการทำความร้อนของเพลเทียร์ ชุดอุ่นสามารถอุ่นถุ่น้ำยาล้างไตได้ เพราะอุณหภูมิที่เหมาะสมในการปล่อยน้ำยาล้างไตเข้าช่องท้องนั้นประมาณ 30 องศา ชุดอุ่นนี้สามารถทำให้อุ่นได้ดังรูปตัวอย่างการทดลองดังรูปที่ 4.10



ก. นาทีที่ 5 ของการทดลองชุดอุ่น



ข. นาทีที่ 10 ของการทดลองชุดอุ่น



ค. นาทีที่ 15 ของการทดลองชุดอุ่น

รูปที่ 4.10 ผลการทดลองชุดอุ่น

4.5 การทดลองที่ 5 การทดลองประสิทธิภาพของเครื่อง (ทดลองจริง)

ในการทดลองนี้จะเป็นการทดลองการตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้อง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในทุก ๆ ด้านของระบบ อาทิ การบันทึกข้อมูล การชั่งน้ำหนักน้ำยาล้างไต การวัดอัตราการเต้นของหัวใจ การแสดงผลค่าต่าง ๆ ผ่านหน้าจอแอลซีดี และการอุ่นน้ำยาล้างไตก่อนเข้าช่องท้อง โดยที่จากการทดลองที่ 1-4 สามารถนำมาเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของเครื่องช่วยล้างไตโดยนำเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้องมาทดสอบการใช้งานจริงของเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้องจากการนำเครื่องไปประจำศูนย์โรคไต ณ โรงพยาบาลชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

4.5.1 วิธีการทดลองประสิทธิภาพของเครื่อง

- เตรียมเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้องและชุดอุปกรณ์การล้างไต
- นำเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้องไปประจำการ ณ โรงพยาบาลชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ ให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทดลองใช้งาน

4.5.2 ผลการทดลองประสิทธิภาพของเครื่อง

จากการทดลองสามารถตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้องได้ ดังรูปที่ 4.13 ถึงรูปที่ 4.21 เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการใช้งานทั้งจุดเด่น และจุดด้อยของเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้อง โดยประจำการศูนย์โรคไต ณ โรงพยาบาลชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ของเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้องตั้งแต่วันที่ 16 เมษายน จนถึง 8 มิถุนายน 2561 ดังตารางที่ 4.6 ถึงตารางที่ 4.17



รูปที่ 4.11 การทดลองชั่งน้ำยาล้างไตจากโรงพยาบาลชุมพรเขตรอุดมศักดิ์



รูปที่ 4.12 การทดลองวัดอัตราการเต้นของหัวใจจากโรงพยาบาลชุมพรเขตรอุดมศักดิ์

ตารางที่ 4.6 ร้อยละสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

เพศ	ชาย			หญิง		
	58.9%			41%		
อายุ	ต่ำกว่า 25 ปี	26 – 35 ปี	36 – 45 ปี	46 ปี ขึ้นไป		
	55.3%	14.2%	16%	14.2%		
สถานภาพ	แพทย์	พยาบาล	อาจารย์	นักศึกษา	ผู้ป่วย	ผู้ที่เกี่ยวข้อง กับผู้ป่วย
	0%	10.7%	10.7%	53.5%	14.2%	10.7%

จากตารางที่ 4.6 สามารถสรุปได้ว่าการตอบแบบสอบถามนั้น เพศชายมีมากกว่าเพศหญิงถึง 58.9% ในขณะที่เพศหญิงมีเพียง 41% อายุที่มีเปอร์เซ็นต์มากที่สุดในช่วงต่ำกว่า 25 ปี มีถึง 55.3% ในขณะที่ผู้ที่มีอายุในช่วง 26 – 35 ปีและ 46 ปีขึ้นไป จากตารางมีค่าเปอร์เซ็นต์ต่ำสุดที่ 14.2% และสถานภาพที่มีเปอร์เซ็นต์มากที่สุดคือ นักศึกษา 10.7% เนื่องจากเราได้ทำการตอบแบบสอบถามจากห้องปฏิบัติการมากกว่าโรงพยาบาลจึงทำให้มีเปอร์เซ็นต์ของนักศึกษามากกว่าแพทย์ เพราะจากการทดลองที่โรงพยาบาลนั้นพบเจอพยาบาลมากกว่าแพทย์ จึงได้เพียง 0% จากการไม่มีการประเมินจากแพทย์

ตารางที่ 4.7 ความพึงพอใจของพยาบาลต่อระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ

รายการประเมินสำหรับ พยาบาล	ระดับความพึงพอใจ	
	\bar{x}	S.D.
1. การวัดอัตราการเต้นของหัวใจค่าที่ได้ถูกต้อง	4.5	0.50
2. การชั่งน้ำหนักมีประสิทธิภาพ	4.67	0.47
3. การแสดงผลของจอ LCD และติดต่อกับผู้ใช้งาน	4.67	0.47

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ความพึงพอใจของพยาบาลต่อระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจและบันทึกสัญญาณ

รายการประเมินสำหรับ พยาบาล	ระดับความพึงพอใจ	
	\bar{x}	S.D.
4. จำนวนความจุของแบตเตอรี่เพียงพอต่อการใช้งาน	4.83	0.37
5. บันทึกข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.83	0.37
6. ใช้ระยะเวลาการชาร์จได้เหมาะสม	4.5	0.50
7. ความสวยงามของเครื่อง	4.6	0.49
8. ความเหมาะสมในการใช้ข้อความอธิบายการใช้เครื่อง	4.67	0.47
9. ความเหมาะสมในการเลือกใช้อุปกรณ์	4.67	0.47
10. ความแข็งแรงทนทานของเครื่อง	4.83	0.37
11. ความเหมาะสมด้านขนาดของเครื่อง	4.67	0.47
12. ความเหมาะสมด้านน้ำหนักของเครื่อง	4.5	0.50
13. ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆ	4.5	0.76
14. ความสะดวกในการใช้งาน	4.67	0.47
15. สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก	4.5	0.76
16. ระบบทำงานได้อย่างรวดเร็ว	4.67	0.47
17. มีระบบความปลอดภัยที่ดี	4.83	0.37
18. มีประโยชน์ต่อผู้ป่วย และแพทย์	4.83	0.37
19. เครื่องสามารถนำไปใช้งานได้จริง	4.67	0.75
20. ความคุ้มค่าของเครื่อง	4.5	0.76

จากตารางที่ 4.7 สามารถสรุปได้ว่าการประเมินของพยาบาลนั้น จำนวนความจุของแบตเตอรี่เพียงพอต่อการใช้งาน บันทึกข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ความแข็งแรงทนทานของเครื่อง มีระบบความปลอดภัยที่ดี และมีประโยชน์ต่อผู้ป่วย และแพทย์ ($\bar{x} = 4.83$, S.D. = 0.37) ซึ่งอยู่ในระดับที่ดีมาก ส่วนการวัดอัตราการเต้นของหัวใจค่าที่ได้ถูกต้อง ใช้ระยะเวลาการชาร์จได้เหมาะสม ความเหมาะสมด้านน้ำหนักของเครื่อง ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆ สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกและความคุ้มค่าของเครื่อง ($\bar{x} = 4.5$, S.D. = 0.76) มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดจากในตารางแต่ยังอยู่ในเกณฑ์ระดับที่ดีมาก

ตารางที่ 4.8 ความพึงพอใจของผู้ป่วยต่อระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสัญญาณ

รายการประเมินสำหรับ ผู้ป่วย	ระดับความพึงพอใจ	
	\bar{x}	S.D.
1. การวัดอัตราการเต้นของหัวใจค่าที่ได้ถูกต้อง	3.57	0.49
2. การชั่งน้ำหนักมีประสิทธิภาพ	3.57	0.49
3. การแสดงผลของจอ LCD และติดต่อกับผู้ใช้งาน	3.71	0.45
4. จำนวนความจุของแบตเตอรี่เพียงพอต่อการใช้งาน	4	0.50
5. บันทึกข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ	3.71	0.45

ตารางที่ 4.8(ต่อ) ความพึงพอใจของผู้ป่วยต่อระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ

รายการประเมินสำหรับ ผู้ป่วย	ระดับความพึงพอใจ	
	\bar{x}	S.D.
6. ใช้ระยะเวลาการชาร์จได้เหมาะสม	3.71	0.70
7. ความสวยงามของเครื่อง	4.25	0.83
8. ความเหมาะสมในการใช้ข้อความอธิบายการใช้เครื่อง	3.71	0.70
9. ความเหมาะสมในการเลือกใช้อุปกรณ์	3.85	0.35
10. ความแข็งแรงทนทานของเครื่อง	4.5	0.71
11. ความเหมาะสมด้านขนาดของเครื่อง	4.14	0.64
12. ความเหมาะสมด้านน้ำหนักของเครื่อง	3.67	0.47
13. ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆ	3.85	0.64
14. ความสะดวกในการใช้งาน	3.87	0.93
15. สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก	4	1.00
16. ระบบทำงานได้อย่างรวดเร็ว	3.75	0.66
17. มีระบบความปลอดภัยที่ดี	4.38	0.48
18. มีประโยชน์ต่อผู้ป่วย และแพทย์	4.5	0.71
19. เครื่องสามารถนำไปใช้งานได้จริง	4.5	0.71
20. ความคุ้มค่าของเครื่อง	4.63	0.70

จากตารางที่ 4.8 สามารถสรุปได้ว่าการประเมินของผู้ป่วยนั้น ความคุ้มค่าของเครื่อง ($\bar{x} = 4.63$, S.D. = 0.70) ซึ่งอยู่ในระดับที่ดีมาก ส่วนความเหมาะสมด้านน้ำหนักของเครื่องนั้น ($\bar{x} = 3.67$, S.D. = 0.47) จากความคิดเห็นของผู้ป่วยยังคงอยู่ในเกณฑ์ระดับดี

ตารางที่ 4.9 ความพึงพอใจของผู้ที่เกี่ยวข้องต่อระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ

รายการประเมินสำหรับ ผู้ที่เกี่ยวข้องกับผู้ป่วย	ระดับความพึงพอใจ	
	\bar{x}	S.D.
1. การวัดอัตราการเต้นของหัวใจค่าที่ได้ถูกต้อง	4	0.58
2. การชั่งน้ำหนักมีประสิทธิภาพ	4.3	0.75
3. การแสดงผลของจอ LCD และติดต่อกับผู้ใช้งาน	4	0.58
4. จำนวนความจุของแบตเตอรี่เพียงพอต่อการใช้งาน	4.167	0.37
5. บันทึกข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.167	0.37
6. ใช้ระยะเวลาการชาร์จได้เหมาะสม	3.83	0.37
7. ความสวยงามของเครื่อง	3.83	0.69
8. ความเหมาะสมในการใช้ข้อความอธิบายการใช้เครื่อง	3.5	0.50
9. ความเหมาะสมในการเลือกใช้อุปกรณ์	3.67	0.47
10. ความแข็งแรงทนทานของเครื่อง	4	0.58

ตารางที่ 4.9(ต่อ) ความพึงพอใจของผู้ที่เกี่ยวข้องต่อระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจและบันทึกสุขภาพ

รายการประเมินสำหรับ ผู้ที่เกี่ยวข้องกับผู้ป่วย	ระดับความพึงพอใจ	
	\bar{x}	S.D.
11. ความเหมาะสมด้านขนาดของเครื่อง	4.17	0.37
12. ความเหมาะสมด้านน้ำหนักของเครื่อง	4.17	0.37
13. ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆ	4.17	0.37
14. ความสะดวกในการใช้งาน	4.33	0.47
15. สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก	4.5	0.50
16. ระบบทำงานได้อย่างรวดเร็ว	4.67	0.58
17. มีระบบความปลอดภัยที่ดี	4.18	0.69
18. มีประโยชน์ต่อผู้ป่วย และแพทย์	4.67	0.47
19. เครื่องสามารถนำไปใช้งานได้จริง	4.83	0.37
20. ความคุ้มค่าของเครื่อง	4.5	0.50

จากตารางที่ 4.9 สามารถสรุปได้ว่าจากการประเมินของผู้ที่เกี่ยวข้องกับผู้ป่วยนั้น เครื่องสามารถนำไปใช้งานได้จริง ($\bar{x} = 4.83$, S.D. = 0.37) ซึ่งอยู่ในระดับที่ดีมาก ส่วนความเหมาะสมในการใช้ข้อความเพื่ออธิบายการใช้เครื่อง ($\bar{x} = 3.5$, S.D. = 0.5) จากความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้องกับผู้ป่วยยังคงอยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก

ตารางที่ 4.10 ความพึงพอใจของนักศึกษาต่อระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ

รายการประเมินสำหรับ นักศึกษา	ระดับความพึงพอใจ	
	\bar{x}	S.D.
1. การวัดอัตราการเต้นของหัวใจค่าที่ได้ถูกต้อง	4.17	0.82
2. การชั่งน้ำหนักมีประสิทธิภาพ	4.25	0.74
3. การแสดงผลของจอ LCD และติดต่อกับผู้ใช้งาน	4.07	0.81
4. จำนวนความจุของแบตเตอรี่เพียงพอต่อการใช้งาน	3.97	0.81
5. บันทึกข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.17	0.79
6. ใช้ระยะเวลาการชาร์จได้เหมาะสม	3.89	0.84
7. ความสวยงามของเครื่อง	4.2	0.80
8. ความเหมาะสมในการใช้ข้อความอธิบายการใช้เครื่อง	4.07	0.77
9. ความเหมาะสมในการเลือกใช้อุปกรณ์	4.1	0.76
10. ความแข็งแรงทนทานของเครื่อง	4.17	0.83
11. ความเหมาะสมด้านขนาดของเครื่อง	4.31	0.79
12. ความเหมาะสมด้านน้ำหนักของเครื่อง	4.03	0.91
13. ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆ	4.25	0.78
14. ความสะดวกในการใช้งาน	4.13	0.76

ตารางที่ 4.10 (ต่อ) ความพึงพอใจของนักศึกษาต่อระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึก
สุขภาพ

รายการประเมินสำหรับ นักศึกษา	ระดับความพึงพอใจ	
	\bar{x}	S.D.
15. สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก	4.3	0.74
16. ระบบทำงานได้อย่างรวดเร็ว	3.13	0.79
17. มีระบบความปลอดภัยที่ดี	4.14	0.73
18. มีประโยชน์ต่อผู้ป่วย และแพทย์	4.33	0.65
19. เครื่องสามารถนำไปใช้งานได้จริง	4.27	0.85
20. ความคุ้มค่าของเครื่อง	4.32	0.80

จากตารางที่ 4.10 สามารถสรุปได้ว่าจากการประเมินของนักศึกษานั้น มีประโยชน์ต่อผู้ป่วย และแพทย์ ($\bar{x} = 4.33$, S.D. = 0.65) ซึ่งอยู่ในระดับที่ดีมากที่สุด ส่วนระบบทำงานได้อย่างรวดเร็ว ($\bar{x} = 3.13$, S.D. = 0.79) เนื่องจากความคิดเห็นของนักศึกษาแต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ดี

ตารางที่ 4.11 ความพึงพอใจของอาจารย์ต่อระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ

รายการประเมินสำหรับ อาจารย์	ระดับความพึงพอใจ	
	\bar{x}	S.D.
1. การวัดอัตราการเต้นของหัวใจค่าที่ได้ถูกต้อง	4.33	0.75
2. การชั่งน้ำหนักมีประสิทธิภาพ	4.67	0.47
3. การแสดงผลของจอ LCD และติดต่อกับผู้ใช้งาน	4.33	0.47
4. จำนวนความจุของแบตเตอรี่เพียงพอต่อการใช้งาน	4.17	0.69
5. บันทึกข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4	0.00
6. ใช้ระยะเวลาการชาร์จได้เหมาะสม	3.83	0.37
7. ความสวยงามของเครื่อง	3.83	0.69
8. ความเหมาะสมในการใช้ข้อความอธิบายการใช้เครื่อง	4.17	0.37
9. ความเหมาะสมในการเลือกใช้อุปกรณ์	4.17	0.37
10. ความแข็งแรงทนทานของเครื่อง	3.83	0.37
11. ความเหมาะสมด้านขนาดของเครื่อง	4.17	0.37
12. ความเหมาะสมด้านน้ำหนักของเครื่อง	3.83	0.37
13. ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆ	3.83	0.37
14. ความสะดวกในการใช้งาน	4	0.00
15. สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก	4.17	0.37
16. ระบบทำงานได้อย่างรวดเร็ว	4.17	0.37
17. มีระบบความปลอดภัยที่ดี	4.33	0.47
18. มีประโยชน์ต่อผู้ป่วย และแพทย์	4.83	0.37

ตารางที่ 4.11 (ต่อ) ความพึงพอใจของอาจารย์ต่อระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึก
สุขภาพ

รายการประเมินสำหรับ อาจารย์	ระดับความพึงพอใจ	
	\bar{x}	S.D.
19. เครื่องสามารถนำไปใช้งานได้จริง	4.83	0.37
20. ความคุ้มค่าของเครื่อง	4.83	0.37

จากตารางที่ 4.11 สามารถสรุปได้ว่าจากการประเมินของนักศึกษานั้น มีประโยชน์ต่อผู้ป่วย และแพทย์ เครื่องสามารถนำไปใช้งานได้จริง ความคุ้มค่าของเครื่อง ($\bar{x} = 4.83$, S.D. = 0.37) ซึ่งอยู่ในระดับที่ดีมาก ส่วนใช้ระยะเวลาการชาร์จได้เหมาะสม ความสวยงามของเครื่อง ความแข็งแรงทนทานของเครื่อง ความเหมาะสมด้านน้ำหนักของเครื่อง ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆ ($\bar{x} = 3.13$, S.D. = 0.79) เนื่องจากความคิดเห็นของนักศึกษาแต่ยังอยู่ในเกณฑ์ดี

ตารางที่ 4.12 ความพึงพอใจในแต่ละด้านของพยาบาลต่อระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ

รายการประเมินสำหรับ พยาบาล	ระดับความพึงพอใจ	
	\bar{x}	S.D.
1. ด้านประสิทธิภาพการทำงาน	4.67	0.45
2. ด้านลักษณะของโครงสร้าง	4.65	0.48
3. ด้านประสิทธิภาพของโครงสร้าง	4.63	0.53
4. ด้านการใช้งาน	4.67	0.51
5. ใช้คุณค่าและประโยชน์จากเครื่อง	4.78	0.63

จากตารางที่ 4.12 สามารถสรุปได้ว่าจากการประเมินของพยาบาลนั้น ใช้คุณค่าและประโยชน์จากเครื่อง ($\bar{x} = 4.78$, S.D. = 0.63) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก ส่วนด้านประสิทธิภาพของโครงสร้าง ($\bar{x} = 4.63$, S.D. = 0.53) แต่อยู่ในเกณฑ์ระดับที่ดีมาก เนื่องจากรูปร่างของระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ นั้น อาจมีขนาดไม่เหมาะสม

ตารางที่ 4.13 ความพึงพอใจในแต่ละด้านของผู้ป่วยต่อระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ

รายการประเมินสำหรับ ผู้ป่วย	ระดับความพึงพอใจ	
	\bar{x}	S.D.
1. ด้านประสิทธิภาพการทำงาน	3.71	0.51
2. ด้านลักษณะของโครงสร้าง	3.94	0.63
3. ด้านประสิทธิภาพของโครงสร้าง	4.04	0.62
4. ด้านการใช้งาน	4	0.76
5. ใช้คุณค่าและประโยชน์จากเครื่อง	4.54	0.7

จากตารางที่ 4.13 สามารถสรุปได้ว่าจากการประเมินของผู้ป่วยนั้น ในด้านคุณค่าและประโยชน์จากเครื่อง ($\bar{x} = 4.54$, S.D. = 0.7) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก ส่วนด้านประสิทธิภาพการทำงาน ($\bar{x} = 3.71$, S.D. = 0.51) จึงอยู่ในเกณฑ์ระดับดี เนื่องจากความคิดเห็นของผู้ป่วย

ตารางที่ 4.14 ความพึงพอใจในแต่ละด้านของผู้ที่เกี่ยวข้องต่อระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ

รายการประเมินสำหรับ ผู้ที่เกี่ยวข้องกับผู้ป่วย	ระดับความพึงพอใจ	
	\bar{x}	S.D.
1. ด้านประสิทธิภาพการทำงาน	4.07	0.31
2. ด้านลักษณะของโครงสร้าง	3.67	0.55
3. ด้านประสิทธิภาพของโครงสร้าง	4.13	0.42
4. ด้านการใช้งาน	4.42	0.56
5. ใช้คุณค่าและประโยชน์จากเครื่อง	4.67	0.45

จากตารางที่ 4.14 สามารถสรุปได้ว่าจากการประเมินของผู้ที่เกี่ยวข้องกับผู้ป่วยนั้น ในด้านคุณค่าและประโยชน์จากเครื่อง ($\bar{x} = 4.67$, S.D. = 0.45) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก ส่วนด้านลักษณะของโครงสร้าง ($\bar{x} = 3.67$, S.D. = 0.55) จึงอยู่ในเกณฑ์ระดับที่ดี เนื่องจากความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้องกับผู้ป่วยนั้นได้ลงความเห็น

ตารางที่ 4.15 ความพึงพอใจในแต่ละด้านของนักศึกษาต่อระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ

รายการประเมินสำหรับ นักศึกษา	ระดับความพึงพอใจ	
	\bar{x}	S.D.
1. ด้านประสิทธิภาพการทำงาน	4.09	0.8
2. ด้านลักษณะของโครงสร้าง	4.13	0.77
3. ด้านประสิทธิภาพของโครงสร้าง	4.19	0.82
4. ด้านการใช้งาน	4.18	0.76
5. ใช้คุณค่าและประโยชน์จากเครื่อง	4.31	0.77

จากตารางที่ 4.15 สามารถสรุปได้ว่าจากการประเมินของนักศึกษานั้นในด้านประสิทธิภาพการทำงาน ($\bar{x} = 4.31$, S.D. = 0.77) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก ขณะที่ส่วนด้านประสิทธิภาพการทำงาน ($\bar{x} = 4.09$, S.D. = 0.8) แต่ยังคงอยู่ในเกณฑ์ระดับที่ดีมากเช่นกัน

ตารางที่ 4.16 ความพึงพอใจในแต่ละด้านของอาจารย์ต่อระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และ
บันทึกสุขภาพ

รายการประเมินสำหรับ อาจารย์	ระดับความพึงพอใจ	
	\bar{x}	S.D.
1. ด้านประสิทธิภาพการทำงาน	4.22	0.45
2. ด้านลักษณะของโครงสร้าง	4.05	0.48
3. ด้านประสิทธิภาพของโครงสร้าง	3.91	0.37
4. ด้านการใช้งาน	4.16	0.3
5. ใช้คุณค่าและประโยชน์จากเครื่อง	4.83	0.37

จากตารางที่ 4.16 สามารถสรุปได้ว่าการประเมินของอาจารย์ในด้านคุณค่าและประโยชน์จากเครื่อง ($\bar{x} = 4.83$, S.D. = 0.37) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่มากที่สุด ส่วนด้านประสิทธิภาพของโครงสร้าง ($\bar{x} = 3.91$, S.D. = 0.37) แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ระดับที่ดีมากที่สุด

ตารางที่ 4.17 ความพึงพอใจในแต่ละด้านของผู้ประเมินทั้งหมดต่อระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ
และบันทึกสุขภาพ

รายการประเมินสำหรับ ผู้ประเมินทั้งหมด	ระดับความพึงพอใจ	
	\bar{x}	S.D.
1. ด้านประสิทธิภาพการทำงาน	4.15	0.5
2. ด้านลักษณะของโครงสร้าง	4.09	0.58
3. ด้านประสิทธิภาพของโครงสร้าง	4.18	0.55
4. ด้านการใช้งาน	4.29	0.58
5. ใช้คุณค่าและประโยชน์จากเครื่อง	4.63	0.58

4.5.3 สรุปการทดลองการตรวจสอบประสิทธิภาพรวมทั้งหมดของเครื่อง

จากตารางที่ 4.17 สามารถสรุปได้ว่าการประเมินทั้งหมดนั้นในด้านคุณค่า และประโยชน์จากเครื่องได้ค่าเฉลี่ยมากที่สุดอยู่ในระดับที่ดีมาก ($\bar{x} = 4.63$, S.D. = 0.58) ขณะที่ด้านลักษณะของโครงสร้าง ได้ค่าเฉลี่ยที่น้อยสุดแต่ยังอยู่ในระดับที่ดีมาก ($\bar{x} = 4.09$, S.D. = 0.58) อาจจะต้องปรับปรุงแก้ไขในเรื่องของ ความเหมาะสมในการใช้ข้อความอธิบายการใช้เครื่อง ความเหมาะสมในการเลือกใช้อุปกรณ์ ความแข็งแรงทนทานของเครื่อง ความเหมาะสมด้านขนาดของเครื่อง ความเหมาะสมด้านน้ำหนักของเครื่อง และความเหมาะสมในการวางตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อพัฒนาเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไตและอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้อง ให้ดียิ่งขึ้น

Microsoft Excel - 52 ค้าง - Excel

หน้าแรก | แทรก | เครื่องมือ | หน้าตา | สูตร | ข้อมูล | จัด | มุมมอง | ADD-IN

ตัด | คัดลอก | วาง | ตัด | คัดลอก | วาง | ตัด | คัดลอก | วาง

ฟอนต์ | การจัดรูปแบบ | การจัดแนว | การจัดข้อความ | การเชื่อมต่อ

การจัดรูปแบบตามเงื่อนไข | การจัดรูปแบบอัตโนมัติ | การจัดรูปแบบอัตโนมัติ

การคำนวณ | ตัวเศษ | %

ลบ | แทรก | รวม

เซลล์

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
R1															
1				Dialysis Solution And Heart Rate Of Peritoneal Dialysis For Data Recorder											
2	DAY	Time	Solution(% Round	start_new_stop_new_	WATER-ST	start_old_t	stop_old_t	WATER-ST	GAIN/LOS:	TOTAL	WATER/D/	HEART-RATE(BPM)			
3	23.04.2011	11:00:16	2.5	10:49:33	10:56:58	2063	10:35:49	10:48:20	1760	-303	500	121	ผู้ป่วย1		
4	23.04.2011	14:21:02	2.5	14:10:05	14:19:11	2081	13:54:00	14:09:41	2319	238	500	101	ผู้ป่วย1		
5	25.04.2011	10:10:59	2.5	10:02:28	10:09:10	2037	9:51:28	10:01:57	1976	-61	553	76	ผู้ป่วย1		
6	25.04.2011	14:14:53	1.5	14:05:04	14:12:46	2083	13:52:36	14:04:37	2824	741	500	69	ผู้ป่วย1		
7	26.04.2011	10:09:03	2.5	10:00:38	10:07:30	2075	9:50:51	10:00:20	2111	36	500	90	ผู้ป่วย1		
8	26.04.2011	14:09:48	1.5	14:00:06	14:07:04	2055	13:46:50	13:59:41	2290	235	500	67	ผู้ป่วย1		
9	27.04.2011	13:58:36	1.5	13:48:13	13:56:50	2056	13:33:42	13:47:50	2203	147	1860	61	ผู้ป่วย1		
10	25.05.2011	9:57:15	2.5	9:48:01	9:55:47	2153	9:35:10	9:47:43	1499	-654	500	65	ผู้ป่วย1		
11	25.05.2011	13:57:23	2.5	13:48:10	13:55:53	2103	13:35:26	13:47:57	2708	605	-854	88	ผู้ป่วย1		
12	28.05.2011	9:57:43	2.5	9:48:29	9:56:08	2059	9:37:29	9:48:06	2024	-35	500	75	ผู้ป่วย1		
13	28.05.2011	13:52:05	1.5	13:42:01	13:49:28	2074	13:30:09	13:41:38	2372	298	500	61	ผู้ป่วย1		
14	25.04.2011	11:17:26	1.5	11:07:00	11:13:59	2081	10:49:50	11:06:49	1973	-108	500	72	ผู้ป่วย1		
15	26.04.2011	10:49:09	1.5	10:31:34	10:47:17	2118	10:14:34	10:31:23	2495	377	1046	72	ผู้ป่วย2		
16	26.04.2011	11:18:45	1.5	11:17:55	11:17:57	0	11:12:12	11:17:51	1603	1603	978	133	ผู้ป่วย2		
17	27.04.2011	14:55:05	1.5	14:41:20	14:50:21	2081	14:08:47	14:36:58	1484	-597	500	81	ผู้ป่วย2		
18	27.04.2011	15:24:08	1.5	15:17:13	15:17:17	0	15:00:39	15:17:03	2102	2102	1505	55	ผู้ป่วย2		
19	23.04.2011	15:03:27	2.5	14:53:29	15:02:34	2100	14:39:51	14:53:21	2279	179	114	500	57	ผู้ป่วย3	
20	15.05.2011	13:36:36	1.5	13:24:26	13:34:13	2097	13:06:40	13:24:05	1915	-182	500	102	ผู้ป่วย4		
21	25.05.2011	10:53:10	1.5	10:43:40	10:50:58	1952	10:25:01	10:43:14	2300	448	500	78	ผู้ป่วย5		
22	31.05.2011	10:44:04	1.5	10:31:51	10:40:56	2145	10:30:04	10:31:34	-4	-2149	500	67	ผู้ป่วย6		
23	31.05.2011	12:28:42	1.5	12:19:47	12:27:11	1579	11:54:29	12:18:34	1352	-227	-1613	89	ผู้ป่วย6		
24	31.05.2011	13:47:27	1.5	13:35:26	13:45:33	2079	13:17:22	13:35:17	1129	-950	500	67	ผู้ป่วย6		
25	31.05.2011	14:03:38	1.5	14:02:16	14:02:23	0	13:47:49	14:02:10	2057	2057	1107	64	ผู้ป่วย6		

Sheet1 | Sheet2 | Sheet3 | Sheet4

รูปที่ 4.13 ข้อมูลทางการแพทย์ของการทดลองจริงของผู้ป่วย 1-8



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
49	05.06.2018	11:50:57	1.5	3	11:49:34	11:49:37	0	11:43:24	11:49:30	2079	2079	-148	500	121	ผู้ป่วย8
50	07.06.2018	10:45:23	2.5	1	10:29:17	10:41:16	2122	10:19:50	10:27:36	633	-1489	-1489	500	81	ผู้ป่วย8
51	07.06.2018	11:57:01	2.5	2	11:43:53	11:53:49	2119	11:25:22	11:43:19	2202	83	-1406	500	77	ผู้ป่วย8
52	07.06.2018	13:49:56	2.5	3	13:32:11	13:46:33	2085	13:10:25	13:31:52	1971	-114	-1520	500	45	ผู้ป่วย8
53	07.06.2018	14:58:04	2.5	1	14:45:42	14:54:55	2127	14:28:16	14:45:15	2791	664	664	500	78	ผู้ป่วย8
54	07.06.2018	15:10:37	2.5	2	15:08:58	15:09:00	0	14:58:29	15:08:54	2376	2376	3040	500	84	ผู้ป่วย8
55															
56															
57															

รูปที่ 4.13 (ต่อ) ข้อมูลทางการแพทย์ของการทดลองจริงของผู้ป่วย 1-8



รูปที่ 4.14 การทดลองการใช้งานระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ ณ
โรงพยาบาลชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร 1



รูปที่ 4.15 การทดลองการใช้งานระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ ณ
โรงพยาบาลชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร 2



รูปที่ 4.16 การทดลองการใช้งานระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ ณ
โรงพยาบาลชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร 3



รูปที่ 4.17 การทดลองการใช้งานระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ ณ
โรงพยาบาลชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร 4

บทที่ 5

บทสรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการสรุปผลที่ได้จากการทำเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไต และอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้องในครั้งนี้ และแนวทางการแก้ไขปัญหาระหว่างการทำเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไต และอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้อง ซึ่งเป็นแนวทางที่จะแก้ไขปัญหาที่สามารถพบเจอได้จากการศึกษา จัดทำเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไต และอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้อง

5.1 บทสรุปผล และอภิปรายผล

เครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไต และอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้องสำหรับผู้ป่วยโรคไตวายเรื้อรังที่ใช้วิธีการล้างไตทางช่องท้องสามารถเป็นตัวชี้วัดถึงคุณภาพ และประสิทธิภาพ ความสามารถในการใช้งานของเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไต และอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้อง โดยเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไต และอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้องจะสามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ ส่วนชั่งน้ำหนัก และส่วนวัดอัตราการเต้นของหัวใจ และส่วนชุดอุ่น การชั่งน้ำหนักเราได้เลือกใช้โหลดเซลล์ (Load Cell) ในการชั่งน้ำหนัก ทดลองประสิทธิภาพน้ำหนักโดยการใช้ลูกตุ้มการทดลองการตรวจสอบประสิทธิภาพความเที่ยงตรง ส่วนชั่งน้ำหนักซึ่งมีค่าเฉลี่ยความผิดพลาด 0.31% เนื่องจากยังมีค่าที่ผิดพลาดแต่ยังไม่เกินความผิดพลาด 2% ซึ่งในส่วนวัดอัตราการเต้นของหัวใจ เราได้เลือกใช้เซนเซอร์วัดอัตราการเต้นของหัวใจในการวัด โดยมีการเปรียบเทียบกับ สมาร์ทโฟน สรุปได้ว่าได้ว่าการทดลองการตรวจสอบประสิทธิภาพการวัดอัตราการเต้นของหัวใจมีความผิดพลาดเฉลี่ย 0.73% ซึ่งมีความผิดพลาดน้อยมากยังไม่เกินความผิดพลาด 2% ในส่วนชุดอุ่นนี้เราเลือกใช้แผ่นสร้างความเย็นเทอโมอิเล็กทริกในการให้ความร้อน และตรวจสอบโดยการจับเวลาเพื่อดูการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ สรุปได้ว่าการทดลองการตรวจสอบประสิทธิภาพชุดอุ่นน้ำยาล้างไตนั้น ทุก ๆ เวลาประมาณ 5 นาที อุณหภูมิจะขึ้นเพียง 0.50 องศาเซลเซียส และมีการบันทึกส่งข้อมูลเพื่อบันทึกข้อมูลลงการ์ดหน่วยความจำมีความสามารถในการบันทึก และคำนวณข้อมูลแล้วบันทึกลงในอุปกรณ์การเก็บข้อมูลอัตโนมัติสรุปได้ว่าการทดลองการตรวจสอบประสิทธิภาพการบันทึกข้อมูลมีความสามารถในการบันทึก และคำนวณค่าต่าง ๆ จากผลที่ได้รับได้อย่างถูกต้อง

การตรวจสอบประสิทธิภาพเครื่องบันทึกฯ โดยการนำเครื่องไปประจำศูนย์โรคไต ณ โรงพยาบาลชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร สรุปได้ว่าการประเมินทั้งหมดนั้นในด้านคุณค่า และประโยชน์จากเครื่องได้ค่าเฉลี่ยมากที่สุดอยู่ในระดับที่ดีมาก ($\bar{x} = 4.63$, S.D. = 0.58) ขณะที่ด้านลักษณะของโครงสร้าง ได้ค่าเฉลี่ยที่น้อยสุดแต่ยังอยู่ในระดับที่ดีมาก ($\bar{x} = 4.09$, S.D. = 0.58) อาจจะต้องปรับปรุงแก้ไขในเรื่องของ ความเหมาะสมในการใช้ข้อความอธิบายการใช้เครื่อง ความเหมาะสมในการเลือกใช้อุปกรณ์ ความแข็งแรงทนทานของเครื่อง ความเหมาะสมด้านขนาดของเครื่อง ความเหมาะสมด้านน้ำหนักของเครื่อง และความเหมาะสมในการวางตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อพัฒนาเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไต และอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้อง ให้ดียิ่งขึ้น

จากการทำปฏิญาณพนันนี้ทำให้คณะผู้จัดทำได้นำความรู้ความสามารถในการออกแบบวงจร โปรแกรม และโครงสร้างในการใช้งานจริง ซึ่งจะพบว่าสิ่งที่ออกแบบ คำนวณในทางทฤษฎีนั้น อาจจะสามารถนำไปใช้งานปฏิบัติจริง ๆ ได้ในระดับหนึ่งโดยต้องมีการปรับปรุงแก้ไขขณะทำการทำงานจริง ทำให้เกิดการเรียนรู้ และการฝึกทักษะการหาสาเหตุของปัญหาและการแก้ไขปัญหา ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการปรับปรุงแก้ไขหรือสร้างวงจร โปรแกรม และโครงสร้าง ซึ่งรวมถึงการเกิดแนวทางการคิดในการพัฒนาผลงานชิ้นนี้ในระดับสูงขึ้นไปพร้อมกับการใช้งาน สำหรับปฏิญาณพนันนี้ได้ทำมาเพื่อช่วยให้ผู้ป่วยมีความสะดวกสบาย และมีความปลอดภัยง่ายต่อการบำบัดรักษามากขึ้น โดยชุดอุปกรณ์นี้เมื่อพัฒนาเสร็จสิ้นแล้วจะเป็นอุปกรณ์ช่วยเหลืออีกทางเลือกหนึ่งสำหรับอุปกรณ์การแพทย์ที่จะคอยช่วยเหลือผู้ป่วยโรคไตวายเรื้อรังที่ใช้วิธีการล้างไตผ่านทางช่องท้องต่อไป

5.2 ปัญหา และอุปสรรค

- 1) เสาที่ติดตั้งไม่สามารถปรับระดับความสูงได้ตามที่ผู้ป่วยต้องการ
- 2) เครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไต และอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้อง มีการทำงานที่ช้า และไม่สามารถข้ามขั้นตอนได้
- 3) การชั่งน้ำหนักนั้น ค่าที่ได้มีความละเอียดสูงมาก แม้ไม่ได้ชั่งอะไรก็มีตัวเลขขึ้นโดยตลอด อาจเนื่องจากการชนเสา หรือแม้แต่มพัดแรง

5.3 ข้อเสนอแนะ

- 1) ควรมีปรับปรุงขนาด และน้ำหนักของเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไต และอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้อง ให้มีน้ำหนักที่เบายิ่งขึ้น
- 2) ควรเปลี่ยนจากการวัดอัตราการเต้นของหัวใจเป็นเครื่องวัดแรงดัน เนื่องจากการวัดแรงดันนั้นเหมาะสมสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้อง มากกว่าการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ
- 3) ควรเพิ่มปุ่มให้สามารถวัดอัตราการเต้นของหัวใจได้ โดยไม่จำเป็นต้องทำตามขั้นตอน

บรรณานุกรม/เอกสารอ้างอิง

- [1] ประเสริฐ ธนกิจจารุ, “สถานการณ์ปัจจุบันของโรคไตเรื้อรังในประเทศไทย”,พ.บ.,โรงพยาบาลราชวิถี,ฉบับประจำเดือนกันยายน-ตุลาคม,หน้า 5-18, 2558
- [2] Ingsathit A, Thakkinstian A, Chairprasert A, Sangthawan P, Gojaseni P, Kiattisunthorn K; theThai-SEEK Group. Prevalence and risk factors of chronic kidney disease in the Thai adultpopulation: Thai SEEK study. *Nephrol Dial Transplant* 2010 ; 25 : 1567-75.
- [3] Ibrahim H, Mondress M, TelloA, Fan Y, Koopmeiners J, Thomas W.An alternative formulatothe Cockcroft-Gaultand the modificationof diet inrenal diseases formulas in predictingGFR in individuals with type 1 diabetes. *J Am Soc Nephrol* 2005 ; 16 : 1051-60.
- [4] Dumrongkitchaiporn S, Sritara P, Kitiyakara C, Stitchantrakul W, Krittaphol V, Lolekha P,et al. Rsk factors for development of decreased kidney function in a Southeast AsianPopulation: A 12-year cohort study. *J Am Soc Nephrol* 2005 ; 16 : 791-9.
- [5] Chittinandana A, Chailimpamontree W, Chaloeiphap P. Prevalence of chronic kidneydisease in Thai adult population. *J Med Assoc Thai* 2006 ; 89 (Suppl 2) : S112-20.
- [6] PerkovicV, CassA, AAPatelAA,SuriyawongpaisalP,BarziF, ChadbanS, MacMahonS, NealB, on behalf of the InterASIA Collaborative Group. High prevalence of chronic kidneydisease in Thailand. *Kidney Int* 2008 ; 73 : 473-9.
- [7] Ong-ajyoothL,Vareesangthip K,Khonputsap,Aekplakorn W.Prevalenceof chronic kidneydisease in Thai adults : a national health survey. *BMC Nephrol* 2009 ; 10 : 35.
- [8]. Thailand Renal Replacement Therapy Registry 2012 Report. สมาคมโรคไตแห่งประเทศไทย [Cited 2015 April 24]. Available from <http://www.nephrothai.org/trt/trt-l.asp>
- [9]. Thailand Renal Replacement Therapy Registry 2010 Report. สมาคมโรคไตแห่งประเทศไทย [Cited 2015 April 24]. Available from <http://www.nephrothai.org/trt/trt-l.asp>
- [10] ไชยา เบญจพลากร,ประเสริฐ ธนกิจจารุ, สกานต์ บุณนาค,“คู่มือการล้างไตทางช่องท้องฉบับประชาชน”,สำนักพัฒนาวิชาการแพทย์,กรมการแพทย์, จำนวน 80 หน้า, 2553

ภาคผนวก ก

แบบสอบถาม

แบบสอบถาม

“ระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ เพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังเปลี่ยนถ่ายน้ำยาล้างไตทางช่องท้องอย่างต่อเนื่องด้วยตนเอง”

ณ โรงพยาบาลชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

คำชี้แจง ในการตอบแบบสอบถาม

แบบสอบถามฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการทราบความพึงพอใจของผู้ที่ใช้งานหรือผู้ที่เกี่ยวข้องต่างๆ ต่อระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ เพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังเปลี่ยนถ่ายน้ำยาล้างไตทางช่องท้องอย่างต่อเนื่องด้วยตนเอง ดังนั้นจึงไม่มีคำตอบที่ถูกหรือผิด ขอความกรุณาทุกท่านให้ตอบตรงความรู้สึกให้มากที่สุด

ตอนที่ 1 สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงใน () หน้าข้อความที่เป็นจริง

1. เพศ () ชาย () หญิง

2. อายุ () ต่ำกว่า 25 ปี
 () 26 – 35 ปี
 () 36 – 45 ปี
 () 46 ปี ขึ้นไป

3. สถานภาพ ◦ บุคลากรทางการแพทย์
 () แพทย์ () พยาบาล
 ◦ บุคลากรทางการศึกษา
 () อาจารย์ () นักศึกษา
 ◦ ผู้ที่เกี่ยวข้องโดยตรง
 () ผู้ป่วย () ผู้ที่เกี่ยวข้องกับผู้ป่วย

4. ระดับการศึกษา () ต่ำกว่าปริญญาตรี
 () ปริญญาตรี
 () ปริญญาโท
 () สูงกว่าปริญญาโท

ตอนที่ 2 การประเมินผลด้านความพึงพอใจของเครื่องบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจและปริมาณน้ำยาล้างไตสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้อง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน (กรณีที่ไม่ใช่ผู้ที่เกี่ยวข้องโดยตรง สามารถเลือกตอบข้อที่ท่านพึงพอใจได้)

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5 (มากที่สุด)	4 (มาก)	3 (ปานกลาง)	2 (น้อย)	1 (น้อยที่สุด)
1. ด้านประสิทธิภาพการทำงาน					
- การวัดอัตราการเดินของหัวใจค่าที่ได้ถูกต้อง					
- การชั่งน้ำหนักมีประสิทธิภาพ					
- การแสดงผลของจอ LCD และติดต่อกับผู้ใช้งาน					
- จำนวนความจุของแบตเตอรี่เพียงพอต่อการใช้งาน					
- บันทึกข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ					
- ใช้ระยะเวลาการชาร์จได้เหมาะสม					
2. ด้านลักษณะของโครงสร้าง					
- ความสวยงามของเครื่อง					
- ความเหมาะสมในการใช้ข้อความเพื่ออธิบายการใช้เครื่อง					
- ความเหมาะสมในการเลือกใช้อุปกรณ์					
3. ด้านประสิทธิภาพของโครงสร้าง					
- ความแข็งแรงทนทานของเครื่อง					
- ความเหมาะสมด้านขนาดของเครื่อง					
- ความเหมาะสมด้านน้ำหนักของเครื่อง					
- ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆ					
4. ด้านการใช้งาน					
- ความสะดวกในการใช้งาน					
- สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก					
- ระบบทำงานได้อย่างรวดเร็ว					
- มีระบบความปลอดภัยที่ดี					
5. คุณค่าและประโยชน์จากเครื่อง					
- มีประโยชน์ต่อผู้ป่วย และแพทย์					
- เครื่องสามารถนำไปใช้งานได้จริง					
- ความคุ้มค่าของเครื่อง					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม.....

.....

ขอขอบคุณที่ตอบแบบสอบถาม
 คณะผู้จัดทำ

ภาคผนวก ข.

คู่มือการใช้งาน



คู่มือการใช้งานเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไต และอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับ
ผู้ป่วยล้างไตผ่านทางช่องท้อง



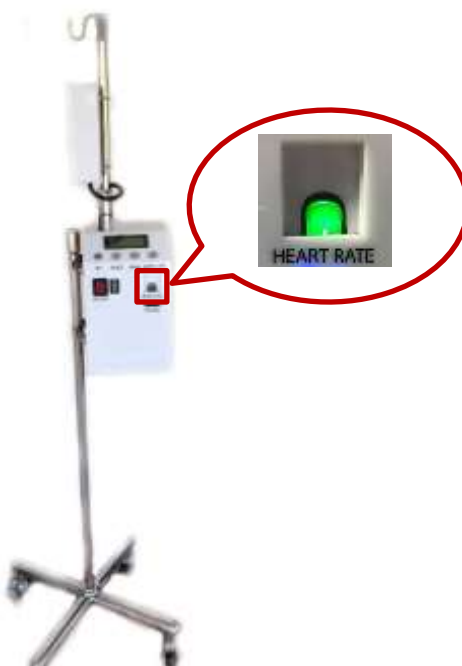
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
ปีการศึกษา 2560

เครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไต และอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านทางช่องท้อง

1. ส่วนชั่งน้ำหนักปริมาณน้ำยาล้างไต



2. ส่วนวัดอัตราการเต้นของหัวใจ



3. ส่วนอุณหภูมิล้างไต



คุณสมบัติของเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไต และอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านช่องท้อง

1. ส่วนซึ่งนำหลักปริมาณน้ำยาล้างไต

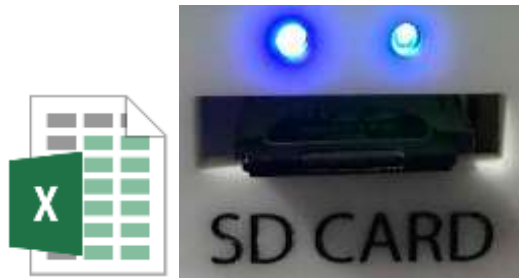
1.1 แจ้งเตือนความพร้อมเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไต และอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านทางช่องท้อง (ไฟสีน้ำเงิน 2 ดวง)



1.2 แจ้งเตือนลำดับการกดปุ่มใช้งานบนเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไต และอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านทางช่องท้อง



1.3 บันทึกค่าลง Secure Digital Card (SD Card) ไฟล์สามารถเปิดบน Excel
 หมายเหตุ: เมื่อครบ 1 ปี ควรสำรองข้อมูลและลบไฟล์ใน SD Card

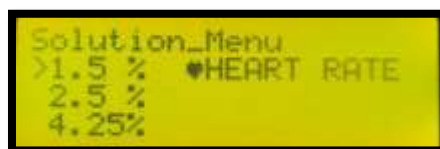


1.4 สร้างตารางครั้งแรก จากการกดปุ่ม Set



DAY	Time	Solution	%Inboard	start	new	stop	new	WATER(S)state	all	Temp	air	TEMP	WATER(S)GAIN/LCS	TOTAL	WATCHDOG(HEART-BATTERY)
1	21/04/2011	11:05:16	2.5	1	10.4923	10.5634	2063	10.3549	10.4826	1.766	303	-303	500	500	211
2	21/04/2011	14:21:02	2.5	2	14.1065	14.1811	2081	13.5400	14.0941	2319	239	-65	500	500	101
3	25/04/2011	10:25:59	2.5	4	10.0228	10.0803	2037	9.5128	10.0157	1836	41	53	953	953	76
4	25/04/2011	14:14:53	1.5	2	14.0564	14.2146	2083	13.5236	14.0437	2824	791	633	500	500	149
5	26/04/2011	10:59:03	2.5	3	10.0028	10.0720	2075	9.5051	10.0020	2111	36	669	500	500	67
6	26/04/2011	14:05:48	1.5	3	14.0068	14.0794	2055	13.9650	13.5941	2286	235	1213	500	1860	64
7	27/04/2011	13:30:38	1.5	4	13.4613	13.5630	2096	13.3342	13.4756	2263	147	1360	1860	654	61
8	27/04/2011	14:05:47	2.5	7	9.4810	9.5547	2153	9.3510	9.4743	1499	654	836	500	65	

1.5 เลือกความเข้มข้นของน้ำยาล้างไต จากการกดปุ่ม Select



1.6 ตกลงตามขั้นตอนของโปรแกรม จากการกดปุ่ม Enter



1.7 การแสดงปริมาณน้ำที่ต้องดื่มต่อวัน แสดงค่าเป็นเวลา 10 วินาทีแล้วจะกลับสู่หน้าปกติ จากการกดปุ่ม Water/Day



1.8 น้ำหนักสูงสุดที่เครื่องชั่งน้ำหนักปริมาณน้ำยาล้างไตรับได้ไม่เกิน 5 กิโลกรัม

1.9 สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่องโดยมีแบตเตอรี่ในตัว ซึ่งจะมีการแสดงระดับแรงดันเริ่มต้นใช้งานครั้งแรกควรรชาร์จแบตเตอรี่ทุกครั้ง ประมาณ 3-4 ชั่วโมงก่อนเริ่มใช้งาน

2. ส่วนวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

2.1 เมื่อนำจอแสดงดังรูป



2.2 นำนิ้วใส่เข้าไปในช่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ให้นิ้วชนกับที่กั้นข้างในพอดี ไม่ต้องกด



3. ส่วนอุ้งนํ้ายาล้างไต

3.1 นำเสาที่มีชุดอุ้งนํ้ามาใช้งาน พร้อมติดตั้งการใช้งานโดยการเสียบปลั๊ก 6 พิน สีขาวเข้ากับตัวเครื่อง

3.2 นำอุ้งนํ้ายาแขวนกับเสาให้อุ้งนํ้ายาล้างไตแนบกับชุดอุ้งนํ้าพอดี



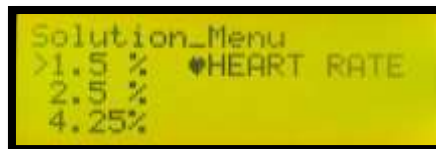
การเตรียมตัวก่อนปฏิบัติการล้างไตผ่านเครื่องบันทึกข้อมูลนํ้ายาล้างไต และอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านทางช่องท้อง

1. เตรียมอุปกรณ์ให้พร้อม
2. ปิดพัดลมและหน้าต่างบริเวณใกล้เคียง ถ้าเป็นเครื่องปรับอากาศ ระวังฝุ่น
3. สวมผ้าปิดปากและจมูก
4. ล้างมือให้สะอาดตามวิธีการล้างมือ
5. เตรียมโต๊ะที่เปลี่ยนนํ้ายาให้สะอาด โดยใช้ 70% Alcohol ฉีดพ่นที่โต๊ะ
6. ใช้ผ้าก๊อชหรือ สำลีปลอดเชื้อเช็ดโต๊ะไปทางเดียวกันให้ทั่วและเช็ดขอบโต๊ะ โดยเช็ดทุกครั้งที่ต้องเปลี่ยนนํ้ายา
7. ตรวจสอบสภาพอุ้งนํ้ายา โดยวางอุ้งนํ้ายาบนโต๊ะ ดูวันหมดอายุ เเปอร์เซ็นต์ ปริมาตรสภาพของสายนํ้ายา ทดสอบการรั่วซึมของอุ้งนํ้ายา
8. ฉีกอุ้งนํ้ายารายนอกออก ยกอุ้งนํ้ายาขึ้นดูว่านํ้ายามีสิ่งแขวนลอยหรือสิ่งผิดปกติหรือไม่ นำอุ้งนํ้ายาขึ้นแขวน ดูปริมาตรนํ้ายาที่ตาชั่ง

9. วางซอง Mini cap ใหม่บนโต๊ะที่ทำความสะอาดแล้ว
10. หากปลายสาย Mini transfer มีผ้าก๊อชหุ้มอยู่ให้แกะผ้าก๊อชออกแล้วปูผ้าสะอาดรองสาย mini transfer ไว้
11. ล้างมือให้สะอาดตามขั้นตอนและเช็ดให้แห้งด้วยผ้าสะอาด

ลักษณะการใช้งานของเครื่องบันทึกข้อมูลน้ำยาล้างไต และอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับผู้ป่วยล้างไตผ่านทางช่องท้อง

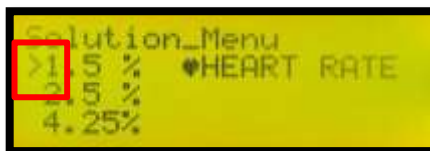
1. เมื่อผู้ป่วยเตรียมตัวการล้างไตทางหน้าท้องเรียบร้อยแล้ว
2. เสียบปลั๊กก่อนเปิดเครื่อง เลือกขนาดเสาที่ต้องการ แต่ถ้าต้องการชุดอุ่นน้ำยาล้างไตเป็นอุปกรณ์เสริม ให้ทำการใส่ชุดอุ่นให้เรียบร้อย จากนั้นเปิดเครื่อง เมื่อเปิดเครื่องเสร็จหน้าจอจะแสดงดังรูป



3. จากนั้นให้ดูไฟสถานะ เอสดีการ์ด ถ้าไฟติด 1 ดวง ให้เราทำการกดปุ่ม Set หนึ่งครั้ง โดยการกดปุ่มเรากดปุ่มค้างไว้ 2-3 วินาทีแล้วปล่อย (ถ้าไฟติด 2 ดวง ก็ไม่ต้องกดปุ่ม Set)



4. จากนั้นเลือกความเข้มข้นของน้ำยาล้างไต โดยการกดปุ่ม Select เมื่อกดค้างไว้ 2-3 วินาทีแล้วปล่อยเป็นการเลือกความเข้มข้นของน้ำยาล้างไตต่อไปเรื่อยๆ จนวนกลับมาที่ค่าแรก เมื่อเราเลือกค่าความเข้มข้นของน้ำยาที่เราต้องการแล้ว



5. จากข้อ 4 เมื่อเลือกความเข้มข้นของน้ำยาล้างไตได้แล้ว ให้กดปุ่ม Enter หนึ่งครั้ง กดค้างไว้ 2-3 วินาทีแล้วปล่อย



6. จากนั้นให้ทำการแขวนถุงน้ำยาล้างไต (ห้ามแขวนถุงน้ำยาล้างไตก่อนเปิดเครื่อง)
7. ล้างมือให้สะอาดตามขั้นตอน และนำสายยางมาเสียบต่อหน้าห้องผู้ป่วยกับถุงน้ำยาล้างไต
8. หน้าจอจะแสดง Start Old Solution ให้เราทำการเปิดวาล์ว เพื่อเอาน้ำยาล้างไตออกจากห้องผู้ป่วย ให้เราทำการกดปุ่ม Enter หนึ่งครั้ง กดค้างไว้ 2-3 วินาทีแล้วปล่อย หน้าจอจะแสดง Stop Old Solution



9. เมื่อน้ำยาหมดจากห้องแล้ว หน้าจอจะแสดง Stop Old Solution ให้เรากดปุ่ม Enter หนึ่งครั้ง กดค้างไว้ 2-3 วินาทีแล้วปล่อย



10. หน้าจอจะแสดงค่าน้ำหนักเต็มถุงที่เราชั่งเอาไว้ จากนั้นจะมีไฟสีฟ้ากระพริบขึ้นมาให้ผู้ป่วยทำการไล่สายถุงน้ำยาล้างไตให้ได้น้ำหนักตามที่เราต้องการ อาทิเช่น 1,500 1,800 2,000 เป็นต้น เมื่อได้น้ำหนักที่ต้องการแล้ว ปิดตัวลอคที่ไล่น้ำยาล้างไต จากนั้นทำการกดปุ่ม Enter หนึ่งครั้ง จากนั้นทำการเปิดวาล์วเพื่อเอาน้ำยาล้างไตเข้าห้อง

```

NEW
Weight = 0    g.
Place ENTER
Start New Solution

```

11. เมื่อน้ำยาเข้าห้องจนหมดถุง เมื่อทำการปิดวาล์วเรียบร้อยแล้วให้ทำการกดปุ่ม Enter หนึ่งครั้งค้างไว้ 2-3 วินาทีแล้วปล่อย จากนั้นผู้ปวยล้างมือตามขั้นตอน แล้วนำสายน้ำยาออกจากห้องผู้ป่วยแล้วทำการปิดสายด้วย mini cap

```

Place ENTER
Stop New Solution

```

12. หน้าจอจะแสดงค่าน้ำหนัก ให้เรานำน้ำยาล้างไตที่ออกจากห้องของผู้ป่วยมาชั่งน้ำหนัก จากนั้นกดปุ่ม Enter หนึ่งครั้งค้างไว้ 2-3 วินาทีแล้วปล่อย เพื่อเป็นการบันทึกค่าน้ำหนัก

```

OLD
Weight = 0    g.
Place ENTER

```

13. หน้าจอจะแสดงว่า Place your finger ให้เรานำนิ้วใส่เข้าช่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ต้องใส่นิ้วมือให้สุดจนปลายนิ้วสัมผัสด้านใน และนิ้ววางแนบกับตัววัดพอดีไม่กด (สามารถเลือกวัดอัตราการเต้นของหัวใจได้จากข้อ 4)

```

Place Finger
HEART RATE= 97    BPM
?

```

14. จากข้อ 13 เมื่อเครื่องประมวลผลเสร็จจะขึ้นข้อมูลรวม ดังรูป

```

Round: 4    BPM: 86
Sol: 1.50  G/L: 0
Full:0      W-In:1
W-Old:1    Old: 0

```

15. จากข้อที่ 14 ถ้าหน้าจอแสดงข้อมูลรวมหมายถึงข้อมูลได้มีการบันทึกแล้ว สามารถปิดเครื่องได้เลยแต่ถ้าทำครบ 4 ครั้งแล้ว จะมีไฟกระพริบที่ปุ่ม Water/Day เพื่อให้เราทำการกดปุ่มค้างไว้ 2-3 วินาทีแล้วปล่อย หน้าจอจะแสดงค่าน้ำที่ผู้ป่วยต้องดื่มต่อวัน จะแสดงค้างไว้ประมาณ 10 วินาที แล้วทำการปิดเครื่อง (เมื่อเปิดเครื่องอีกครั้งสามารถดูปริมาณน้ำที่ต้องดื่มของครั้งที่แล้วได้)



ภาคผนวก ค.
สรุปผลดำเนินงานวิจัย

ผลงานวิจัย

จากการดำเนินการวิจัย ระยะเวลาดำเนินการ ..1..ปีเดือน ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2560 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2561 ผลการดำเนินงานที่สำเร็จ ณ วันที่ 30 กันยายน 2561 ประกอบด้วย

- ชี้นำงาน ต้นแบบ ระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ เพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังเปลี่ยนถ่ายน้ำยาล้างไตทางช่องท้องอย่างต่อเนื่องด้วยตนเอง
- รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง ระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ เพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังเปลี่ยนถ่ายน้ำยาล้างไตทางช่องท้องอย่างต่อเนื่องด้วยตนเอง

ผลที่กำลังดำเนินการ

- บทความวิจัย

ภาคผนวก ง.
แบบรายงานการใช้จ่ายเงินโครงการวิจัย



แบบรายงานการใช้จ่ายเงินโครงการวิจัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานความก้าวหน้า ครั้งที่ 3 รอบ 12 เดือน ประจำปีงบประมาณ 2561

 แหล่งงบประมาณแผ่นดิน (แบบปกติ)
 แหล่งเงินรายได้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) ระบบตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจ และบันทึกสุขภาพ เพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังเปลี่ยนถ่ายน้ำยาล้างไตทางช่องท้องอย่างต่อเนื่องด้วยตนเอง

(ภาษาอังกฤษ) The Heart rate Monitoring Health and Data logger system for Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis

ชื่อ-สกุลหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน/ผู้วิจัย ผศ.ดร.มนตรี ไชยชาญยุทธ์

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2560 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2561

ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี - เดือน ตั้งแต่วันที่ 1/ ตุลาคม/ ปี /2560 ถึงวันที่ 30/ กันยายน/ ปี 2561

ข้อมูลการรายงานค่าใช้จ่ายงบประมาณโครงการวิจัย

1. การเบิกจ่ายงบประมาณ (กรณีการจ่ายเงินถ้าจ่ายงวดเดียวให้ลบข้อที่ไม่เกี่ยวข้องออก)

งวดที่ 1 351,475 บาท 85 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ป/ด/ว) 05/01/61

งวดที่ 2 62,025 บาท 15 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ป/ด/ว) 30/05/61

2. สรุปงบประมาณค่าใช้จ่ายที่ใช้นับตั้งแต่เริ่มทำการวิจัยถึงปัจจุบัน (จำแนกตามหมวดค่าใช้จ่าย)

หมวดค่าใช้จ่าย	งบประมาณรวมทั้งโครงการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)	คงเหลือ (หรือเกิน)
งบบุคลากร : ค่าจ้างชั่วคราว	187,200	187,200	-
งบดำเนินงาน			
ค่าตอบแทน	-	-	-
ค่าใช้สอย	90,000	90,000	-
ค่าวัสดุ	136,300	136,383	-
ค่าสาธารณูปโภค	-	-	-
งบลงทุน: ค่าครุภัณฑ์	-	-	-
รวม	413,500	413,583	-83

(..... ผศ.ดร. มนตรี ไชยชาญยุทธ์)

ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

10 / กันยายน / 2561

(..... ผศ.ดร. มนตรี ไชยชาญยุทธ์)

ลงนามเจ้าหน้าที่การเงิน/เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง

10 / กันยายน / 2561

ประวัติหัวหน้าโครงการวิจัย/ผู้วิจัยหลัก/ผู้วิจัยร่วม/ที่ปรึกษาโครงการ

1. หัวหน้าโครงการ

- 1.1 ชื่อ (ภาษาไทย) นายมนตรี ไชยชาญยุทธ์
(อังกฤษ) MR. Montree CHAICHANYUT
- 1.2 เลขหมายประจำตัวประชาชน 3 9001 00182 80 8
- 1.3 ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์
- 1.4 หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้
แผนก/ภาควิชา ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ กอง/คณะ วิทยาเขตชุมพร
กรม/มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่อยู่ หมู่ 6 ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86160
โทรศัพท์ 077-591-445
โทรสาร 077-506-410
Email: montree.ch@kmitl.ac.th

1.5 ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถาบัน การศึกษา	ประเทศ
2559	เอก	วศ.ด.	วิศวกรรมไฟฟ้า	ไฟฟ้า	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย
2547	โท	วศ.ม.	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	อิเล็กทรอนิกส์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย
2545	ตรี	วศ.บ.	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	อิเล็กทรอนิกส์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย

1.6 สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชา

- อิเล็กทรอนิกส์ทางการแพทย์ เช่น RF Ablation, Microwave Ablation, Antenna design
- วิศวกรรมระบบ-เครื่องมือวัดควบคุม
- และอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ระบบเซนเซอร์เพื่อการวัด
- และการควบคุมการประยุกต์ระบบการวัด
- และการควบคุมด้วยเซนเซอร์เพื่อการเกษตร

1.7 ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ


- 1.7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย
- 1.7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย
- 1.7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

 ประชุมวิชาการในระดับชาติ (โปรดระบุ...ชื่อเรื่อง วัน เวลาและสถานที่)

1. มন্ত্রী ไชยชาญยุทธ์ และพลศาสตร์เลิศประเสริฐ, "การออกแบบ และพัฒนาเครื่องอัดถ่านชีวมวลในรูปแบบเกลียวอัดเย็นจากเศษวัสดุเหลือใช้ในกระบวนการผลิตกาแฟ", การประชุมวิชาการงานวิจัยและพัฒนาเชิง

- ประยุกต์ ครั้งที่ 10, (10th ECTI-CARD 2018, Chiang Khan Thailand), ศูนย์วัฒนธรรมภาพเหนือตอนล่าง วัง จันทน์ ริเวอร์วิว จังหวัดพิษณุโลก ประเทศไทย, 2561, pp.363-366
2. **มนตรี ไชยชาญยุทธ์** และพลศาสตร์เลิศประเสริฐ, "ต้นแบบเพื่อศึกษาการผลิตกระแสไฟฟ้าจากคลื่นทะเลแบบ ลอย",การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9, (9th ECTI-CARD 2017, Chiang Khan Thailand), โรงแรมเชียงใหม่ริเวอร์เมาท์เทน จังหวัดเลย, 2560, pp.1019-1022
 3. **มนตรี ไชยชาญยุทธ์**,พลศาสตร์ เลิศประเสริฐ" ระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง",บทความสิ่งประดิษฐ์ และนวัตกรรมการประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 8, หัวหิน ประเทศไทย, (8th ECTI-CARD 2016, Hua Hin, Thailand)
 4. **มนตรี ไชยชาญยุทธ์**,พลศาสตร์ เลิศประเสริฐ" การตรวจความสูงของทุเรียนจากสมบัติทางไฟฟ้าที่ขั้วก้าน ทุเรียนด้วยโพรบแบบขนาน",บทความสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมการประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิง ประยุกต์ ครั้งที่ 8, หัวหิน ประเทศไทย, (8th ECTI-CARD 2016, Hua Hin, Thailand)
 5. **มนตรี ไชยชาญยุทธ์**,พลศาสตร์ เลิศประเสริฐ" การศึกษาความเป็นไปได้ และดัชนีบ่งชี้ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำ ยางด้วยวิธีเซลล์ไฟฟ้าเคมี",การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติ ครั้งที่ 16 วันที่ 17-19 มีนาคม 2558 กรุงเทพฯ
 6. **มนตรี ไชยชาญยุทธ์**,พลศาสตร์ เลิศประเสริฐ" เครื่องวัด และศึกษาดัชนีบ่งชี้คุณภาพของผลผลิตทาง การเกษตรและอาหารโดยวิธีการตรวจจ้องประกอบเชิงก๊าซด้วยเซ็นเซอร์สารกึ่งตัวนำโลหะออกไซด์",การ ประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติ ครั้งที่ 16 วันที่ 17-19 มีนาคม 2558 กรุงเทพฯ
 7. **มนตรี ไชยชาญยุทธ์**,พลศาสตร์ เลิศประเสริฐ" เครื่องต้นแบบการเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงความชื้นผลผลิต การเกษตรตามเวลาจริงโดยใช้คลื่นไมโครเวฟเพื่อทำนายการอบแห้ง ",การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรม เกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 15 ,ประเทศไทย,2-4 เมษายน 2557,โรงแรมกรุงศรีริเวอร์ จ.พระนครศรีอยุธยา
 8. **มนตรี ไชยชาญยุทธ์**,พลศาสตร์ เลิศประเสริฐ" เครื่องต้นแบบสำหรับการรับซื้อขยะเพื่อช่วยลดโลกร้อน(ขวด พลาสติกและกล่องเครื่องดื่มยูเอชที)",การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 15 , ประเทศไทย,2-4 เมษายน 2557,โรงแรมกรุงศรีริเวอร์ จ.พระนครศรีอยุธยา
 9. **มนตรี ไชยชาญยุทธ์**,พลศาสตร์ เลิศประเสริฐ" เครื่องวัดและศึกษาดัชนีบ่งชี้ความสดของเนื้อปลาทะเลโดยการ วัดความต้านทานเชิงซ้อน",การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 15 ,ประเทศไทย ,2-4 เมษายน 2557,โรงแรมกรุงศรีริเวอร์ จ.พระนครศรีอยุธยา
 10. **มนตรี ไชยชาญยุทธ์**,พลศาสตร์ เลิศประเสริฐ" การพัฒนาระบบการให้ความร้อนคลื่นความถี่สูงโดยใช้ สายอากาศแบบฮอร์นเพื่อลดความชื้นสำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์",การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่ง ประเทศไทย ครั้งที่ 15 ,ประเทศไทย,2-4 เมษายน 2557,โรงแรมกรุงศรีริเวอร์ จ.พระนครศรีอยุธยา
 11. **มนตรี ไชยชาญยุทธ์**, " ระบบบรรจุเมล็ดพันธุ์พืชแบบกึ่งอัตโนมัติ",การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตร แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 14 ,จ.ประจวบคีรีขันธ์,ประเทศไทย,1-4 เมษายน 2556
 12. **มนตรี ไชยชาญยุทธ์**, " ระบบเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยโซลาร์เซลล์แบบติดตามความเข้มแสง",การประชุมวิชาการ สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 14 ,จ.ประจวบคีรีขันธ์,ประเทศไทย,1-4 เมษายน 2556
 13. **มนตรี ไชยชาญยุทธ์**, " ความเป็นไปได้ในการตรวจจับการลอกคราบของปูด้วยวิธีการประมวลผลภาพสำหรับ ฟาร์มปูนี",การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 11 ,ประเทศไทย,6-7 พฤษภาคม 2553
 14. **มนตรี ไชยชาญยุทธ์**, "เทคนิคการลดความชื้นข้าวเปลือกด้วยคลื่นความถี่ไมโครเวฟแบบสาย พานลำเลียง",การ ประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยครั้งที่ 11 ,ประเทศ ไทย ,6-7 พฤษภาคม 2553
 15. **มนตรี ไชยชาญยุทธ์**, "เครื่องคัดแยกขนาดสับปรดโดยใช้อินฟราเรดเซนเซอร์", การประชุม วิชาการสมาคม วิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 11,ประเทศไทย,6-7 พฤษภาคม 2553
 16. **มนตรี ไชยชาญยุทธ์**, "เครื่องคั่วกาแฟ",การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประ เทศไทย ครั้งที่ 11, ประเทศไทย,6-7 พฤษภาคม 2553
 17. **มนตรี ไชยชาญยุทธ์**, "การออกแบบโพรบตรวจจับความชื้นในผิวดินด้วยวิธีการวัดความนำ ไฟฟ้า", การประชุม วิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 10,ประเทศไทย,1-3 เมษายน 2552

18. **มนตรี ไชยชาญยุทธ์**, "ระบบต้นแบบการเก็บข้อมูลขนาดความยาว และ น้ำหนักของปลา ทะเล", การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 10, ประเทศไทย, 1-3 เมษายน 2552
19. **มนตรี ไชยชาญยุทธ์**, "ระบบต้นแบบการตรวจจับการลอกคราบของปูทะเลสำหรับฟาร์มปูน้ำจืด ด้วยวิธีการประมวลผลภาพ", การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 10, ประเทศไทย, 1-3 เมษายน 2552
20. **มนตรี ไชยชาญยุทธ์**, "ต้นแบบเพื่อการเพาะถั่วงอกปลอดสารพิษในครัวเรือนด้วยระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น", การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 10, ประเทศไทย, 1-3 เมษายน 2552
21. **มนตรี ไชยชาญยุทธ์**, พลศาสตร์ เลิศประเสริฐ, สุพันธ์ ตั้งจิตกุลม่น, โยธิน สุริยพงศ์ "ระบบเก็บข้อมูลสำหรับอุณหภูมิและความชื้น", การประชุมวิชาการสมาคม วิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 5, 2547.

 **ประชุมวิชาการในระดับนานาชาติ** (โปรดระบุ...ชื่อเรื่อง วัน เวลาและสถานที่)

1. **M. chaichanyut**, "The Modeling Analysis on Porous media Hepatic cancer for Microwave ablation of an Interstitial Helix-Antenna", 7th International Conference on Bioinformatics and Biomedical Science, (ICBBS 2018), June 23-25, 2018, Harbin Institute of Technology, Shenzhen, China.
2. **M. chaichanyut**, "The Modeling of Temperature Distributions of an Interstitial Two-Tine Antenna for Hepatic cancer Microwave Ablation", National University of Singapore, Shaw Foundation Alumni House, June 22-24, 2017, Singapore, pp.103-106
3. **M. Chaichanyut**, S. Tungjitkusolmun, "Finite Element Analysis of Microwave Ablation Using Four-tine Antenna on Porous Hepatic Cancer Tissue: Effects of Blood Flow Velocity, Vessel Location", Computational and Mathematical Methods in Medicine, vol. 2016, Article ID 4846738, 14 pages, 2016. doi:10.1155/2016/4846738
4. **M. Chaichanyut**, S. Tungjitkusolmun, "Numerical Simulation of Heating Characteristics in a Microwave T-Prong Antenna for Cancer Therapy", World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Electrical, Computer, Energetic, Electronic and Communication Engineering Vol:10, No:2, 2016
5. **M. Chaichanyut**, S. Tungjitkusolmun, "Coaxial Helix Antenna for Microwave Coagulation Therapy in Liver Tissue Simulations", World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Electrical, Computer, Energetic, Electronic and Communication Engineering Vol:10, No:2, 2016
6. **M. Chaichanyut**, S. Tungjitkusolmun, "FEM Modeling for Performance Evaluation of Microwave ablation Applicator When Using T Prong Monopole Antennas", 7th WACBE World Congress on Bioengineering 2015, Vol. 52 of the series IFMBE Proceedings pp 114-117
7. **M. Chaichanyut**, S. Tungjitkusolmun, "In Vitro Practical Evaluations on Heating Characteristics of Thin Microwave Antenna in Maximum Temperature Control Mode", 7th WACBE World Congress on Bioengineering 2015, Vol. 52 of the series IFMBE Proceedings pp 126-129
8. **M. Chaichanyut**, P. Lertprasert, S. Tungjitkusolmun, "The Modeling Techniques for Analyses of Electromagnetic distributions and reflection coefficients for Microwave Ablation", The 15th international conference on Biomedical engineering, ICBME 2013, 4th to 7th december 2013, Singapore
9. **M. Chaichanyut**, P. Lertprasert, S. Tungjitkusolmun, "Microwave Ablation System Design to Study the Effects of Coaxial Antenna on IN-Vitro Animal Tissue", The 15th international conference on Biomedical engineering, ICBME 2013, 4th to 7th december 2013, Singapore

10. **M. Chaichanyut**, P. Lertprasert, S. Tungjitkusolmun, "Experimental Studies on Power Control Microwave Ablation in Vitro Animal Tissues with Microwave Percutaneous Coagulator ", Asia-Pacific Microwave conference, (APMC), Nov. 5~8, 2013. Coex in Seoul
11. **M. Chaichanyut**, P. Lertprasert, S. Tungjitkusolmun, "Finite Element Method for Analysis of Lung cancer tissue Destruction using 2.45 GHz Antennas", International Conference organized by Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON 2013) 15-17 MAY ,Krabi, THAILAND
12. **M. Chaichanyut**, P. Lertprasert, S. Tungjitkusolmun, "Microwave Ablation to Lung cancer with Monopole Antennas on Temperature controlled mode", International Conference organized by Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON 2013), 15-17 MAY ,Krabi, THAILAND
13. **M. Chaichanyut**, S. Tungjitkusolmun, " Thermal Conduction and Perfusion of Ring-Slot Microwave Antenna for treatment Liver Tumor", International Conference on Biomedical Engineering – (ICoBE2012) ,Bay View Beach Resort, Penang, Malaysia, Organized by School of Mechatronic Engineering, Universiti Malaysia Perlis (UniMAP), Perlis, Malaysia, Tutorials: 26th February, 2012, Conference: 27-28, February 2012
14. **M. Chaichanyut**, "Microwave Ablation with Cap-Choke Antenna: Result in Computer Simulation", International Conference organized by Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON 2010), The Empress Hotel Convention Centre, 19-21 MAY ,Chiang Mai, THAILAND
15. **M. Chaichanyut**, P. Lertprasert , "LENGTH EFFECT OF DIELECTRIC-TIP MONOPOLE ANTENNA TO TEMPERATURE DISTRIBUTIONS FOR MICROWAVE ABLATION", International Conference on Cellular & Molecular Bioengineering, Nanyang Technological University, Singapore, 10 to 12 December 2007
16. **M. Chaichanyut**, S. Tungjitkusolmun, "TEMPERATURE DISTRIBUTIONS OF HEPATIC CANCER TISSUE IN TEMPERATURE-CONTROLLED MICROWAVE ABLATION MODE", International Conference on Cellular & Molecular Bioengineering, Nanyang Technological University, Singapore, 10 to 12 December 2007
17. **M. Chaichanyut**, P. Lertprasert, P. Phonphruksa and S. Tungjitkusolmun, "TEMPERATURE DISTRIBUTIONS OF HEPATIC CANCER TISSUE IN TEMPERATURE-CONTROLLED MICROWAVE ABLATION MODE", XVth International Conference on Mechanics in Medicine and Biology, Furama Riverfront Hotel, Singapore 6 – 8 December 2006
18. **M. Chaichanyut**, P. Lertprasert, A. Naktawan and S. Tungjitkusolmun, "HEPATIC MICROWAVE ABLATION WITH METAL-TIP MONOPOLE ANTENNA: EFFECTS OF CHANGES POWER SOURCE ON LESION SIZE", XVth International Conference on Mechanics in Medicine and Biology, Furama Riverfront Hotel, Singapore 6 – 8 December 2006
19. **M. Chaichanyut**, S. Tungjitkusolmun., I. Potejanasaja., P. Lertprasert., " COMPARISON TEMPERATURE DISTRIBUTION BETWEEN MICROWAVE AND RADIO-FREQUENCY ABLATION PROBE IN HEPATIC CANCER" World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2006., August 27 – September 1 WC 2006 Seoul ,KOREA
20. **M. Chaichanyut**, P. Lertprasert, P. Phonphruksa and S. Tungjitkusolmun., "LENGTH EFFECT OF METAL-TIP MONOPOLE ANTENNA TO TEMPERATURE DISTRIBUTIONS FOR MICROWAVE ABLATION", World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2006., August 27 – September 1, WC 2006 Seoul ,KOREA

21. M. Chaichanyut, P. Lertprasert, I. Potejanasaja, S. Tungjitsolmun., "FINITE ELEMENT METHOD FOR ANALYSIS OF HEPATIC CANCER TISSUE DESTRUCTION USING 2.45 GIGAHERTZ ANTENNAS", The 12th International Conference on BioMedical Engineering (ICBME 2005), 7 - 10 December 2005, Suntec Singapore
22. S. Tungjitsolmun, M. Chaichanyut, P. Lertprasert, M. Krairiksh, "Finite Element Method for Analyses of Magnetic and Electric Field Distributions of Monopole Antennas in Liver Tissue", IEEE INTERNATIONAL WORKSHOP ON BIOMEDICAL CIRCUITS&SYSTEMS, DECEMBER 1-3, 2004, SINGAPORE, 2004
23. Boontaram, S. Tungjitsolmun, M. Chaichanyut, P. Lertprasert, M. Krairiksh2, "Finite Element Analyses for a study of Hepatic cancer tissue destruction using monopolar and bipolar Radio-frequency Ablation", ISBME INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BIOMEDICAL ENGINEERING, November 16-18, 2004

บทความวิชาการ

๑. มนตรี ไชยชาญยุทธ์ และสุพันธุ์ ตั้งจิตกุศลมั่น, "นวัตกรรมใหม่ในการรักษามะเร็งตับด้วยคลื่นความถี่ไมโครเวฟ",วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,ปีที่ ๒๔ ฉบับที่ ๒ ประจำเดือน พฤษภาคม-สิงหาคม ๒๕๕๗

งานวิจัยที่กำลังทำ --

ส่วน ค : ประวัติคณะผู้วิจัย

ผู้ร่วมวิจัย

2. ผู้ร่วมวิจัย

- 2.1 ชื่อ (ภาษาไทย) นายอรรถศาสตร์ นาคเทวีญู
(ภาษาอังกฤษ) Mr. Athasart NARKTHEWAN
- 2.2 หมายเลขประจำตัวประชาชน 3 8097 00050 44 8
- 2.3 ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ ระดับ 5
- 2.4 หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้
แผนก/ภาควิชา ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ กอง/คณะ วิทยาเขตชุมพร
กรม/มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่อยู่ หมู่ 6 ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86160
โทรศัพท์ 077-591-445
โทรสาร 077-506-410
Email: knathasa@kmitl.ac.th

2.5 ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถาบัน การศึกษา	ประเทศ
2545	โท	วศม.	วิศวกรรมไฟฟ้า	อิเล็กทรอนิกส์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย
2536	ตรี	คอบ.	ครุศาสตร์วิศวกรรม	อิเล็กทรอนิกส์ และ คอมพิวเตอร์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย

2.6 สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชา

- Image Processing
- Pattern Recognition

2.7 ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นหัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละเรื่อง

2.7.1 การบริหารงานวิจัย: ชื่อแผนงานวิจัยหรือชุดโครงการวิจัย

2.7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

2.7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

- ชื่อเรื่อง “การตรวจหาสิ่งผิดปกติในเท็กเจอร์ของผ้าไหมโดยใช้การแปลงเวฟเล็ต.”
วารสาร การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41
ปีที่พิมพ์ 3-7 กุมภาพันธ์ 2546.
สถานภาพในการทำวิจัย ผู้วิจัย
- ชื่อเรื่อง “การวิเคราะห์เท็กเจอร์โดยใช้การแปลงเวฟเล็ต.”
วารสาร การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 20
ปีที่พิมพ์ พฤศจิกายน 2540.
สถานภาพในการทำวิจัย ผู้วิจัย
- ชื่อเรื่อง “การแก้ไขรายละเอียดของภาพโดยใช้การแปลงเวฟเล็ต.”
วารสาร วิศวกรรมลาดกระบัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีที่พิมพ์ เมษายน 2540.
สถานภาพในการทำวิจัย ผู้วิจัย

2.7.4 งานวิจัยที่กำลังจะทำ —

ส่วน ค : ประวัติคณะผู้วิจัย

ผู้ร่วมวิจัย

3. ผู้ร่วมวิจัย

3.4 ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2553	โท	บธ.ม.	การจัดการทั่วไป	บริหารธุรกิจ	มหาวิทยาลัยรามคำแหง	ไทย
2546	ตรี	วท.บ.	เทคโนโลยีการเกษตร	พืชสวน	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย

3.6 สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

- เกษตรศาสตร์พืชสวน
- การจัดการ และการบริหาร
- การเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์

3.7 ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย เรื่อง

3.7.1 ความพร้อมของนักศึกษาระดับปริญญาตรีในการเข้าสู่ตลาดแรงงานประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนกรณีศึกษาพื้นที่จังหวัดทางภาคใต้