

Received: May 30, 2023; Revised: June 29, 2023; Accepted: July 10, 2023

เครื่องกดเส้นห้ามเลือดระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า

Electric pneumatic hemostatic machine press system

รณยุทธ นนท์พละ¹ กิตติวัฒน์ จีบแก้ว^{1*} และเกียรติพงศ์ ไชยตะมาตย์¹Ronnayut Nonpala¹, Kittiwath Jeebkaew^{1*} and Kiattipong Chaitamat¹¹คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จังหวัดสกลนคร¹Faculty of Industrial Technology, Sakon Nakhon Rajabhat University, Sakon Nakhon Province

*Corresponding Author E-mail Address: J_kittiwath@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องเครื่องกดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้ามีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องมือ ที่จะช่วยสนับสนุนบุคลากรทางการแพทย์ ที่ทำการกดเส้นเพื่อห้ามเลือดหลังถอดเข็มสวนออกจากหลอดเลือด โดยนำระบบนิวเมติกส์เข้ามาช่วยแทนบุคลากรในการกดเส้นห้ามเลือด หลังจากสร้างเครื่องได้ทำการหาคุณภาพของเครื่องกดเส้นเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า โดยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 5 ท่านและประเมินจากการทดลองใช้งานกับกลุ่มอาสาสมัคร ทั้งหมด 20 ท่าน หลังจากการเข้าทำการทดสอบกับเครื่อง มีผลวิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินเครื่องกดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าจากผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยจาก 4.28 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.50 อยู่ในเกณฑ์ระดับประเมินดี ความคิดเห็นตามหลักทางวิศวกรรมและหลักทางการแพทย์สามารถนำไปใช้งานจริงได้ ผลที่เกิดต่อร่างกายของอาสาสมัครที่เข้าร่วมการทดสอบ อาสาสมัครทั้งหมด 20 ท่าน มีค่า O_2sat ค่าชีพจรและอาการอ่อนแรงในระดับปกติ มีอาการเป็นแผล 2 ท่าน มีอาการปวดขา 10 ท่าน มีอาการขาชาเล็กน้อยทุกท่าน มีอาการขาชืดทุกคนแต่ไม่อยู่ในระดับที่เป็นอันตราย มีอาการเจ็บปวดที่จุดกดเล็กน้อยถือว่าอยู่ในระดับที่รับได้และแรงกดของเครื่องอยู่ในระดับที่สามารถห้ามเลือดหลังถอดเข็มสวนออกจากหลอดเลือดได้

คำสำคัญ: เครื่องกด ห้ามเลือด นิวเมติกส์ไฟฟ้า

Abstract

The purposes of the present research study, the electric pneumatic compression device for stopping bleeding, are to design and create the devices supporting medical workers who stop bleeding after removing needles from blood vessels by using the pneumatic system in order to replace the workers who stop bleeding. After creating the device, the qualities of the electric pneumatic compression device for pressing the blood vessels were evaluated by five experts and testing the device with 20 volunteers. After testing the device, the data analysis results from evaluating the electric pneumatic compression device for pressing

blood vessels by the experts showed that the mean was 4.28. The standard deviation was 0.50. This was good according to the evaluation criteria. The opinions according to the engineering and medical principles indicate the applications of the device. According to the effects on the bodies of the 20 volunteers; the O2sat values, pulses and weaknesses were normal. Two of the volunteers had wounds. Ten of them had leg pains. All of them had slight numbness. All of them had pale legs, but the symptoms were not severe. There were mild pains at the pressed areas. This was at the acceptable level and the pressure of the device was at the level that could stop bleeding after removing the needles from the blood vessels.

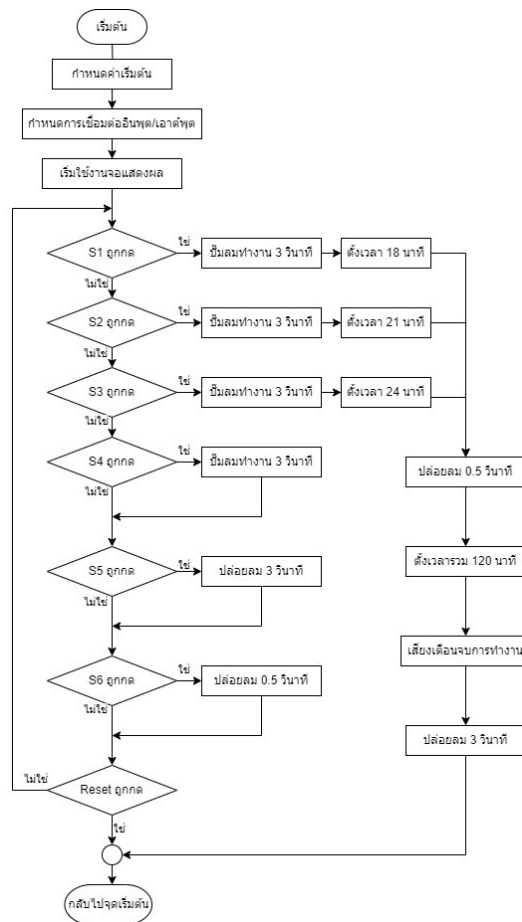
Keywords: Machine press, Hemostatic, Electric pneumatic

บทนำ

ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน เป็นภาวะวิกฤตและอันตรายรุนแรงถึงชีวิต เป็นปัญหาสำคัญของสาธารณสุขโลกและสาธารณสุขไทย จากรายงานสถิติการเสียชีวิตขององค์การอนามัยโลก ในปี พ.ศ. 2563 พบว่า สาเหตุอันดับ 1 ที่ทำให้เกิดการเสียชีวิตคือกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด ประมาณ 17.9 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 16.201 (ทิพย์สุดา และจินตนา, 2564) การตรวจวินิจฉัยเพื่อเข้าถึงการรักษาและวินิจฉัยถือเป็นสิ่งสำคัญ ปัจจุบันการตรวจสวนหัวใจโดยการฉีดสีหลอดเลือดหัวใจเป็นหัตถการที่แม่นยำ และเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายเนื่องจากสามารถ บอกถึงตำแหน่ง ขนาดและความรุนแรงของโรคหัวใจขาดเลือดได้อย่างแม่นยำ (จิรภา, 2559) แต่ก็อาจทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนได้ โดยภาวะแทรกซ้อนทางหลอดเลือดที่พบ ได้แก่ ภาวะก้อนเลือดได้ผิวหนัง ภาวะเลือดออกซ้ำ หลอดเลือดแตกอุดตัน หลอดเลือดโป่งพอง โดยส่วนมากภาวะแทรกซ้อนเหล่านี้พบบ่อยใน 24 ชั่วโมงแรก หลังทำการสวนหัวใจโดยการฉีดสีหลอดเลือดโคโรนารีผ่านทางหลอดเลือดแดง (ลดาวีลย์ และฤทธิ์กล้า, 2562) การสวนหัวใจ (Percutaneous coronary intervention) สามารถทำได้ตามตำแหน่งต่าง ๆ ของหลอดเลือดแดง ได้แก่ หลอดเลือดแดงเรเดียล (Radial artery) หลอดเลือดแดงเบรเคียล (Brachial artery) หลอดเลือดแดงฟีมอรัล (Femoral artery) เป็นต้น แต่ที่นิยมกันในปัจจุบันคือหลอดเลือดแดงเบรเคียลและหลอดเลือดแดงฟีมอรัล ขนาดเข็มที่สวนเข้าไปในหลอดเลือดแดงใหญ่ แบ่งได้ออกเป็นสามขนาดคือ 6 Fr., 7 Fr. และ 8 Fr. ซึ่งภายหลังการสวนหัวใจผ่านหลอดเลือดแดงฟีมอรัล 4-6 ชั่วโมง แพทย์จะนำบล็อกสายสวน (Femoral sheath) ออกจากเส้นเลือดแดงบริเวณขาหนีบ (อัญศิณีย์ และคณะ, 2562) เสร็จแล้วจะทำการกดห้ามเลือดต่อ โดยก่อนหน้านั้นการห้ามเลือดอาศัยใช้วิธีการตามแนวเส้นเลือดแดง ซึ่งเฉื่อยแล้วใช้เวลาประมาณ 10-20 นาที ในการทำให้เลือดหยุดไหล มีกลไกการห้ามเลือดหัตถุญมิ อาจใช้การใส่สายรัดข้อมือที่ใส่ปริมาตรลม 13 มิลลิลิตร เปรียบเสมือนเป็นแรงกดที่มีปริมาตรคงที่ปิดทับตำแหน่งที่เจาะเลือด (พิรญา, 2562) หลังจากนั้นห้ามผู้ป่วยลุกเดินต้องนอนอยู่บนเตียงและใช้หมอนทรายทับกดแผลอีกประมาณ 3 ชั่วโมง หลังจากเอาหมอนทรายออกต้องนอนราบต่ออีก 3 ชั่วโมง จึงจะเปลี่ยนทำได้

จากการวิเคราะห์ปัญหาพบว่า แพทย์หรือพยาบาลต้องกดห้ามเลือดเป็นเวลา 10-20 นาทีหรือมากกว่า ซึ่งส่งผลให้บุคลากรทางการแพทย์ใช้เวลาส่วนใหญ่ไปกับการกดห้ามเลือด หลังนำบล็อกสายสวนออกจากเส้นเลือดแดงบริเวณขาหนีบและไม่สามารถไปทำงานอย่างอื่นได้ คณะผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างเครื่องกดห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ที่มีขนาดเล็ก (รุจิพรรณ และคณะ, 2566) โดยมีอุปกรณ์ 2 ส่วนคือ ส่วนที่กดเส้นเลือดระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าและส่วนที่ควบคุมอัตโนมัติ สามารถปรับตั้งตามขนาดของเข็มได้ เพื่อช่วยในการทำงานของบุคลากรทางการแพทย์ในการกดห้ามเลือดภายหลังนำบล็อกสายสวน

หลักการดำเนินงานของคำสั่งให้ระบบนิวเมติกส์ทำงานเพื่อการกวดเส้นห้ามเลือด เมื่อทำการกวดคำสั่ง จะสั่งให้รีเลย์จ่ายไฟไปยังวงจรที่ต่อกับปั๊มลมให้ทำงานเพื่อทำการอัดลมเข้าสู่ระบบนิวเมติกส์ทำการดันก้านกระบอกสูบเคลื่อนที่ออกกวดไปยังจุดที่เราทำการกวดเส้นห้ามเลือด ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ผังการทำงานของชุดคำสั่ง

1.2.2 คำสั่งที่ทำการเพิ่มลมเข้าสู่ระบบนิวเมติกส์ เนื่องอาจเกิดเหตุการณ์ที่แรงดันอากาศในระบบนิวเมติกส์ไม่เพียงพอต่อการกด เพื่อการนั้นจึงได้เขียนคำสั่งอัดอากาศเข้าสู่ระบบนิวเมติกส์ กำหนดให้สั่งการด้วยปุ่มกดสีดำ (S4) หลักการทำงานของคำสั่งที่ทำการเพิ่มลมเข้าสู่ระบบนิวเมติกส์ เมื่อทำการกดคำสั่ง (ปุ่มกดสีดำ) จะสั่งให้รีเลย์จ่ายไฟไปยังวงจรที่ต่อกับปั๊มลมให้ทำงานเพื่อทำการเพิ่มความดันในระบบนิวเมติกส์ให้เพียงพอต่อการกด

1.2.3 คำสั่งที่ทำการปล่อยลมออกจากระบบนิวเมติกส์ เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินที่ต้องหยุดการกดเส้นห้ามเลือดหรือความดันในระบบนิวเมติกส์มีมากเกินไป โดยการปล่อยลมออกจากระบบนิวเมติกส์จะแบ่งออกเป็น 2 ระดับคือ การปล่อยลมออกจากระบบทั้งหมดและการปล่อยลมออกจากระบบเล็กน้อย การปล่อยลมออกจากระบบทั้ง 2 แบบจะมีหลักการที่เหมือนกัน แตกต่างที่ระยะเวลาการทำงานของโซลินอยด์ที่จะให้ลมออกจากระบบนิวเมติกส์เท่าใด กำหนดปุ่มกดให้ทั้ง 2 แบบ ดังนี้

การปล่อยลมออกจากระบบทั้งหมด กำหนดให้สั่งใช้งานด้วยปุ่มกดสีแดง (S5)

การปล่อยลมออกจากระบบเล็กน้อย กำหนดให้สั่งใช้งานด้วยปุ่มกดสีฟ้า (S6)

หลักการทำงานของคำสั่งที่ทำการปล่อยลมออกจากระบบนิวเมติกส์ เมื่อทำการกดคำสั่ง Arduino จะสั่งให้รีเลย์จ่ายไฟไปยังวงจรที่ต่อกับโซลินอยด์ให้ทำงาน โดยเปิดช่องปล่อยลมออกจากระบบนิวเมติกส์ เมื่อครบระยะของแต่ละคำสั่งโซลินอยด์จะปิดช่องปล่อยลม

1.2.4 คำสั่งรีเซ็ตระบบ เป็นคำสั่งจะยกเลิกการทำงานของคำสั่งทั้งหมดที่กำลังทำงานอยู่หรือเมื่อเกิดความผิดพลาด ให้อยู่ในสถานะเตรียมพร้อมการทำงาน กำหนดให้สั่งการด้วยปุ่มกดสีเหลือง (Reset)

หลักการทำงานของคำสั่งรีเซ็ตระบบ เมื่อทำการกดคำสั่ง (ปุ่มกดสีเหลือง) ที่ปุ่มกดเชื่อมต่อวงจรเข้ากับขา Reset ระบบจะทำการรีเซ็ตตัวเองเข้าสู่การเตรียมพร้อมการทำงาน

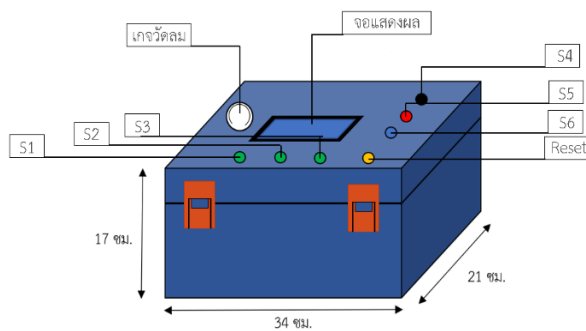
1.3 การทำงานอัตโนมัติ

1.3.1 การจับเวลาเมื่อทำการกดเส้นห้ามเลือด ในการกดเส้นห้ามเลือดจะมีระยะเวลาของการกดเส้นห้ามเลือดเพื่อให้ทราบว่ามีการกดเส้นห้ามเลือดใช้เวลาผ่านไปเท่าใด จำเป็นต้องมีการจับเวลาแล้วแสดงให้เห็น โดยการจับเวลาจะเริ่มทำงานเมื่อทำการกดคำสั่งให้ระบบนิวมิตส์ทำงานเพื่อกดเส้นห้ามเลือด การจับเวลาก็จะขึ้นอยู่กับที่เลือกกดด้วยเช่นกัน

1.3.2 เสียงแจ้งเตือน เมื่อการจับเวลาทำงานแล้วครบระยะแต่ละช่วงที่เลือก เสียงแจ้งเตือนก็จะดังขึ้นมา

1.4 กล้องระบบควบคุม

ในการวิจัยเครื่องมือที่ออกแบบมาใช้สำหรับมนุษย์ จำเป็นต้องทำการศึกษาข้อมูลจากหลายด้านเพื่อนำมาประกอบใช้ในการออกแบบให้มีความเหมาะสม ทั้งข้อมูลทางวิศวกรรมและการแพทย์ แสดงดังรูปที่ 3



(ก) แบบกล่องระบบควบคุม



(ข) กล่องระบบควบคุม

รูปที่ 3 การออกแบบและกล่องระบบควบคุม

1.4.1 ปุ่มกดสีเขียว (S1) คำสั่งให้ระบบนิวมิตส์ทำงานเพื่อกดเส้นห้ามเลือด F 18-120 คือ การทำงานแบบที่ 1 โดยแบ่งช่วงเวลาออกเป็น 2 ช่วง คือ 18 นาที และ 120 นาทีช่วง 18 นาที ระบบทำการปั๊มลมเข้าสู่ระบบนิวมิตส์ 3 วินาที เพื่อทำการดันก้านกระบอกสูบนิวเมติกส์ด้วยแรง 2.5-2.6 บาร์ เมื่อครบ 18 นาที ระบบจะทำการเข้าสู่ช่วง 120 นาที โดยจะปล่อยลมออกเหลือ 0.1 บาร์ เพียงพอต่อการกดค้ำ

1.4.2 ปุ่มกดสีเขียว (S2) คำสั่งให้ระบบนิวมิตส์ทำงานเพื่อกดเส้นห้ามเลือด F 21-120 คือ การทำงานแบบที่ 2 โดยแบ่งช่วงเวลาออกเป็น 2 ช่วง คือ 21 นาที และ 120 นาทีช่วง 18 นาที ระบบทำการปั๊มลมเข้าสู่ระบบนิวมิตส์ 3 วินาที เพื่อทำการดันก้านกระบอกสูบนิวเมติกส์ด้วยแรง 2.5-2.6 บาร์ เมื่อครบ 21 นาที ระบบจะทำการเข้าสู่ช่วง 120 นาที โดยจะปล่อยลมออกเหลือ 0.1 บาร์ เพียงพอต่อการกดค้ำ

1.4.3 ปุ่มกดสีเขียว (S3) คำสั่งให้ระบบนิวมิตส์ทำงานเพื่อกดเส้นห้ามเลือด F 24-120 คือ การทำงานแบบที่ 3 โดยแบ่งช่วงเวลาออกเป็น 2 ช่วง คือ 24 นาที และ 120 นาทีช่วง 18 นาที ระบบทำการปั๊มลมเข้าสู่ระบบนิวมิตส์ 3 วินาที เพื่อทำการดันก้านกระบอกสูบนิวเมติกส์ด้วยแรง 2.5-2.6 บาร์ เมื่อครบ 24 นาที ระบบจะทำการเข้าสู่ช่วง 120 นาที โดยจะปล่อยลมออกเหลือ 0.1 บาร์ เพียงพอต่อการกดค้ำ

1.4.4 ปุ่มกดสีดำ (S4) คำสั่งที่ทำการเพิ่มลมเข้าสู่ระบบนิวมิตส์ คือ การสั่งให้ระบบทำการปั๊มลมเข้าสู่ระบบนิวมิตส์

1.4.5 ปุ่มกดสีแดง (S5) คำสั่งที่ทำการปล่อยลมออกจากระบบนิวมิตส์ทั้งหมด คือ การสั่งให้ระบบทำการปล่อยลมออกจากระบบนิวมิตส์ทั้งหมด

1.4.6 ปุ่มกดสีฟ้า (S6) คำสั่งที่ทำการปล่อยลมออกจากระบบนิวเมติกส์เล็กน้อย คือ การสั่งให้ระบบทำการปล่อยลมออกจากระบบนิวเมติกส์เล็กน้อย

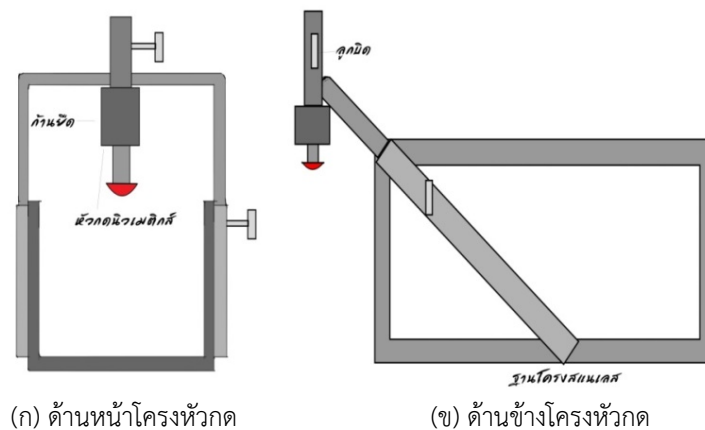
1.4.7 ปุ่มกดสีเหลือง (Reset) คำสั่งรีเซ็ตระบบ คือ การสั่งให้ระบบทำการรีเซ็ตตัวเอง

1.4.8 หน้าจอแสดงการจับเวลาของการกดเส้นห้ามเลือด

1.4.9 เกจวัดบอกค่าความดันระบบนิวเมติกส์

2. การออกแบบโครงหัดกดนิวเมติกส์ของเครื่องกดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า

การกดเส้นห้ามเลือดต้องทำการกดอยู่เหนือจุดที่ทำการถอดเข็มออกมา เพื่อให้นิวเมติกส์สามารถทำการกดเส้นห้ามเลือดได้ ต้องมีโครงหัดกดนิวเมติกส์เป็นวัสดุทึบแสงแบบนิ้วหัวแม่มือเพื่อลดอาการเจ็บปวดขณะกด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 20 มิลลิเมตร ทำให้สามารถเล็งได้ตรงเส้นเลือด นำเข้ามาประกอบกดลงได้มิดชิด เพื่อไม่ให้จุดที่กดลงไปเกิดการเคลื่อนที่เพราะการขยับของผู้สวม ต้องทำการยึดส่วนขาให้มั่นคงกับโครงหัดกดนิวเมติกส์ ดังนั้นจะมีสายรัดที่เข้ามาช่วยให้เกิดการเคลื่อนจุดกดให้น้อยที่สุด แต่เนื่องจากโครงหัดกดนิวเมติกส์ต้องนำมาใช้กับมนุษย์ซึ่งมีความหลากหลายจำเป็นต้องออกแบบให้สามารถใช้งานได้กับทุกขนาดเพื่อความสะดวก แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ภาพแนวความคิดการออกแบบโครงหัดกดนิวเมติกส์

การเลือกวัสดุนำมาทำโครงสร้างและหัดกด ใช้สแตนเลสเกรด 316 ซึ่งมีคุณสมบัติด้านความสะอาดและสุขอนามัย (ภาณุเมศวร์ และคณะ, 2563) เหมาะแก่การนำมาใช้ทำเวชภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับอาหารและยา ตัวกระบอกสูบนิวเมติกส์ต้องเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบาและความแข็งแรงตัว แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 โครงหัดกดนิวเมติกส์

วิธีการหาคุณภาพเครื่องกีดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า

1. การทดลองหาคุณภาพของเครื่องกีดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าด้วยผู้เชี่ยวชาญ

เพื่อความน่าเชื่อถือของการหาคุณภาพของเครื่องกีดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า ต้องมีการทดลองหาคุณภาพด้วยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญในด้านการแพทย์ เพื่อหาความเหมาะสมของเครื่องกีดเส้นห้ามเลือด

2. การทดลองหาคุณภาพของเครื่องกีดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าด้วยกลุ่มอาสาสมัคร

การหาคุณภาพของเครื่องกีดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า โดยการทำการทดลองกับอาสาสมัคร 20 ท่าน เพื่อหาความพึงพอใจของอาสาสมัครที่มีต่อเครื่องกีดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าและการแสดงอาการของอาสาสมัครในขณะทำการกด กลุ่มอาสาสมัครที่เข้าร่วมรวมการทดลองจะมีความแตกต่าง ทางเพศ ร่างกาย ช่วงอายุ และโรคประจำตัว

เครื่องมือในการทำงานวิจัย

1. แบบประเมินในการเก็บข้อมูลหาคุณภาพของเครื่องกีดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า

การหาคุณภาพของเครื่องกีดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าโดยแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ส่วนคือ

1.1 การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ใช้งาน ที่ทำการใช้งานเครื่องกีดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า ผู้ประเมินจะเป็นบุคลากรทางการแพทย์เพื่อลงความเห็น ว่า เครื่องกีดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าสามารถใช้งานตรงเงื่อนไขได้จริง

1.2 การประเมินจากอาสาสมัคร ที่ทดลองกับเครื่องกีดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า เมื่อทำการทดลองเสร็จสิ้นให้อาสาสมัครทำการกรอกแบบประเมินตามความรู้สึกที่มีต่อ เครื่องกีดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า และอาการหรือผลข้างเคียงที่เกิดกับร่างกาย 1) O_2 sat หมายถึง ความเข้มข้นของออกซิเจนในเลือด 2) ชีพจรที่ปลายเท้าข้างขวาของอาสาสมัครที่ทำการกีดเส้นห้ามเลือด 3) อาการปวดระหว่างการทดสอบที่ขาขวา 4) อาการชาขาที่เกิดจากการที่เลือดไปเลี้ยง 5) อาการอ่อนแรงที่เกิดจากการที่เลือดไปเลี้ยงขาขวาไม่เพียงพอ 6) อาการชาขาซิดที่เกิดจากการที่เลือดไปเลี้ยงส่วนเท้าขวาไม่เพียงพอ 7) ผลจุดกดเส้นห้ามเลือดที่เกิดขึ้นรอบจุดกด 8) อาการปวดจุดกด ประเมินอาการทำโดยพยาบาลวิชาชีพ

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ

เครื่องกีดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า ควบคุมการทำงานของปั๊มลมที่จ่ายลมเข้าสู่กระบอกลมนิวเมติกส์และยังสามารถกำหนดแรงกดห้ามเลือดตามที่บุคลากรทางการแพทย์ต้องการได้ โดยมีการทดสอบและประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 การประเมินผู้เชี่ยวชาญ ณ ศูนย์โรคหัวใจ โรงพยาบาลสกลนคร

หลังจากติดตั้งเครื่องและวางหัวกดให้ตรงกับเส้นเลือดแดงฟิโมรอล แล้วใช้เครื่องกดโดยไม่สามารถคลำชีพจรได้ใน 1 นาทีแรกใช้กด 2.6 bar โดยมีพยาบาลคอยสังเกตอาการจับออกซิเจนปลายนิ้วเท้าบริเวณนิ้วหัวแม่เท้าหรือนิ้วชี้เพื่อประเมินการไหลเวียนเลือด จากนั้นนาที่ที่ 2 ถึงนาที่ที่ 18, 21 และ 24 ใช้คำนวณระยะเวลาการกดจากขนาดปลอกสายสวนคูณด้วย 3 และกดต่ออีก 60-120 นาที กดด้วยแรง 70 mmHg ภายใต้เงื่อนไขการตรวจวัดการแข็งตัวของเลือด (Activated clotting time<170) บริเวณที่มีแรงกดมากกว่า 70 mmHg 1-2 ชั่วโมง ติดต่อกันจะทำให้เกิดการขาดเลือดขึ้น (จิตติวร่า, 2559) ซึ่งเครื่องนิวตริกรรมกดห้ามเลือด ทำให้ลดระยะเวลาในการดูแลผู้ป่วยและยังสามารถไปดูแลผู้ป่วยรายอื่น โดยไม่ต้องเสียเวลากับการกดห้ามเลือดหลังการหลังนำปลอกสายสวน ออกจากเส้นเลือดแดงบริเวณขาหนีบ โดยใช้แบบประเมินการปฏิบัติเป็นเครื่องมือที่ใช้ประกอบการประเมินการให้ปฏิบัติจริงและแบบบันทึกผลการปฏิบัติตลอดกระบวนการ (จิตติรัตน์, 2558) ผลวิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินมีค่าเฉลี่ยจากการเลือกตอบแบบประเมินในทุกรายการคือ 4.28 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.50 อยู่ในเกณฑ์ระดับประเมินดี ร้อยละของความคิดเห็นด้วยจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ยที่ 96% ถือว่า เครื่องกดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้ามีคุณสมบัติตามหลักทางวิศวกรรมและหลักทางการแพทย์ สามารถนำไปใช้งานจริงได้

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินความพึงพอใจของอาสาสมัคร

จากแบบประเมินความพึงพอใจของอาสาสมัครต่อการวิจัยเครื่องกดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า ที่มีอาสาสมัครเข้าร่วมทำการทดลองกับเครื่องกดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ทั้งหมด จำนวน 20 ท่าน ดังรูปที่ 7 หลังจากการทดลองคณะผู้วิจัยจะให้อาสาสมัครทำแบบประเมินหลังการทดลอง แล้วได้นำข้อมูลจากแบบประเมินในส่วนตอนที่สอง ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ในการทดสอบเครื่อง ด้านความปลอดภัย และด้านผลต่อร่างกาย มาทำการหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทำการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยบอกระดับของเกณฑ์ระดับประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับของลิเคิร์ต (Likert scale) มีพยาบาลเตรียมพร้อมดูแลเมื่อเกิดอันตรายต่ออาสาสมัคร



รูปที่ 7 การทดสอบกับอาสาสมัคร

การหาคุณภาพของเครื่องกดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าระหว่างทำการทดสอบโดยมีอาสาสมัครเข้าร่วมทั้งหมด 20 ท่าน ได้มีการเก็บผลที่เกิดต่อร่างกายของอาสาสมัคร โดยมีการเก็บค่าข้อมูล ดังนี้

- 1) O₂sat หมายถึง ความเข้มข้นของออกซิเจนในเลือด
- 2) ชีพจรที่ปลายเท้าข้างขวาของอาสาสมัครที่ทำการกดเส้นห้ามเลือด
- 3) อาการปวดระหว่างการทดสอบที่ขาขวา
- 4) อาการชาขาที่เกิดจากการที่เลือดไปเลี้ยง
- 5) อาการอ่อนแรงที่เกิดจากการที่เลือดไปเลี้ยงขาขวาไม่เพียงพอ
- 6) อาการชาขาซิดที่เกิดจากการที่เลือดไปเลี้ยงส่วนเท้าขวาไม่เพียงพอ
- 7) ผลจุดกดเส้นห้ามเลือดที่เกิดขึ้นรอบจุดกด

8) อาการปวดจุดกด

ประเมินความปวดโดยการวัดระดับความปวดตั้งแต่ 1-10 คะแนนนั้น ผู้ป่วยสามารถประเมินอาการปวด ได้ตามอาการ ความรุนแรงและคำนวณค่าคะแนนได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบของอาสาสมัคร

อาสาสมัคร คนที่	อาการ						จุดกด	
	O ₂ Sat	ชีพจร	ปวด	ชา	อ่อนแรง	ซีด	แผล	ปวด
1	100.00	77.00	0.00	0.56	0.00	0.33	0.00	0.44
2	96.89	70.78	0.00	1.00	0.00	0.67	0.44	3.89
3	100.00	67.89	0.00	0.78	0.00	0.56	0.00	5.33
4	100.00	67.78	0.00	0.89	0.00	0.67	0.00	0.22
5	100.00	65.78	0.00	0.89	0.00	0.67	0.00	3.67
6	100.00	91.11	0.00	1.22	0.00	0.56	0.00	0.89
7	100.00	79.89	0.00	0.22	0.00	0.67	0.00	0.00
8	100.00	79.89	0.00	0.22	0.00	0.67	0.00	0.00
9	100.00	84.11	0.00	0.56	0.00	0.67	0.00	1.56
10	100.00	86.33	0.00	1.78	0.00	1.56	0.67	1.00
11	99.33	77.00	0.33	0.78	0.00	0.11	0.00	0.11
12	98.78	95.67	1.56	1.56	0.00	1.22	0.00	1.11
13	98.33	83.00	0.33	0.78	0.00	0.67	0.00	0.33
14	100.00	76.00	0.33	0.89	0.00	1.00	0.00	0.33
15	99.78	81.78	0.22	0.67	0.00	0.33	0.00	0.44
16	99.44	97.44	0.22	0.78	0.00	0.56	0.00	0.44
17	99.33	72.00	0.22	0.67	0.00	1.11	0.00	0.44
18	100.00	71.44	0.22	0.78	0.00	1.33	0.00	0.44
19	100.00	95.44	0.11	1.33	0.00	0.89	0.00	0.67
20	100.00	68.00	0.44	1.00	0.00	0.78	0.00	0.56
เฉลี่ย	99.59	79.42	0.20	0.87	0.00	0.75	0.06	1.09

หมายเหตุ: การวัดค่า O₂Sat, ชีพจรและประเมินอาการทำโดยพยาบาลวิชาชีพ

จากตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์ข้อมูลผลต่อร่างกายของอาสาสมัครทั้งหมด 20 ท่าน โดยนำข้อมูลแต่ละท่านในช่วงเวลาที่ทำ การทดสอบมาเฉลี่ยผลแล้วจากผลการวิเคราะห์พบว่า รายการที่ 1 ค่า O₂sat ระหว่างการทดสอบ พบว่า อาสาสมัครทุกท่านมี ค่าอยู่ในเกณฑ์ปกติไม่ต่ำกว่า 95 และไม่สูงเกิน 100 โดยมีค่าต่ำสุดที่ 96.89 และมีค่าสูงสุด 100 รายการที่ 2 ค่าชีพจร ระหว่างการทดสอบ พบว่า อาสาสมัครทุกท่านมีชีพจรอยู่ในเกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 60-100 โดยมีอาสาสมัครที่มีชีพจรต่ำสุด 65.78 และมีชีพจรสูงสุด 97.49 รายการที่ 3 อาการปวดระหว่างการทดสอบที่ขาขวา โดยแบ่งระดับอาการออกเป็น 10 ระดับ ในการเก็บผลในรายการที่ 3 พบว่า มีอาสาสมัครไม่รู้สึกรู้สึกถึงอาการปวดระหว่างการทดสอบที่ขาขวาจำนวน 10 ท่าน การให้ ระดับความรู้สึกเจ็บอยู่ที่ 0 และมีอาสาสมัคร 1 ท่านที่ให้ระดับความรู้สึกเจ็บเกิน 1 ระดับ โดยให้ค่าอยู่ในระดับ 1.56 รายการ

ที่ 4 อาการขาแบ่งระดับอาการออกเป็น 10 ระดับ พบว่า มีอาสาสมัครมีอาการขาอยู่ในระดับไม่เกิน 1 ทั้งหมด 14 ท่าน โดยมีค่าระดับอาการต่ำสุดที่ 0.22 และมีอาการขาอยู่ในระดับเกิน 1 ทั้งหมด 6 ท่าน โดยมีค่าระดับอาการสูงสุดที่ 1.78 รายการที่ 5 อาการอ่อนแรง พบว่าอาสาสมัครทุกท่านไม่มีอาการอ่อนแรงเกิดขึ้นแต่อย่างใด รายการที่ 6 อาการขาชาวืด แบ่งระดับอาการออกเป็น 10 ระดับ พบว่า อาสาสมัครมีอาการชาวืดอยู่ในระดับไม่เกิน 1 ทั้งหมด 15 ท่าน โดยมีค่าระดับอาการต่ำสุดที่ 0.33 และมีอาการชาวืดอยู่ในระดับเกิน 1 ทั้งหมด 5 ท่าน โดยมีค่าระดับอาการมากที่สุดที่ 1.56 รายการที่ 7 ผลจุดกดเส้นห้ามเลือด พบว่า มีอาสาสมัคร 18 ท่าน ไม่เกิดผลรอบจุดกดเส้นห้ามเลือด เนื่องจากการอนุญาตให้อาสาสมัครทำการสวมกางเกงที่มีเนื้อผ้าบางได้ ทำให้ไม่เกิดรอยผลรอบจุดกด แต่มีอาสาสมัคร 2 ท่านที่เกิดผลเพียงเล็กน้อย รายการที่ 8 อาการปวดจุดกด แบ่งระดับอาการออกเป็น 10 ระดับ พบว่า มีอาสาสมัครเกิดอาการปวดบริเวณจุดกดทั้งหมด 18 ท่าน มีค่าระดับอาการต่ำสุดที่ 0.11 และมีค่าระดับอาการมากที่สุดที่ 5.33 แต่มีเพียงอาสาสมัคร 2 ท่าน ที่ไม่รู้สึกรังเกียจระดับอาการปวดที่จุดกด

การอภิปรายผล

เพื่อสนับสนุนการทำงานของบุคลากรทางการแพทย์ ที่ต้องทำการกดเส้นห้ามเลือดหลังจากการถอดเข็มสวนหลอดเลือด คณะผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างเครื่องกดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า เพื่อที่สนับสนุนการทำงาน แล้วทำการหาคุณภาพของเครื่องเพื่อแสดงความน่าเชื่อถือของเครื่องกดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า

จากการออกแบบและได้สร้างเครื่องกดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าจนสำเร็จ โดยแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ กล่องระบบควบคุม ที่ควบคุมระบบนิวเมติกส์และโครงทวดนิวเมติกส์ ที่ทำการกดเส้นห้ามเลือด ได้มีการหาคุณภาพโดยทำการทดสอบกับอาสาสมัคร 20 ท่าน ที่มีผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ใช้งาน 5 ท่าน แล้วทำการประเมินด้วยแบบประเมินของอาสาสมัครและผู้เชี่ยวชาญ จากการทดสอบพบว่า อาสาสมัครมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับที่ ดี และ จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญร้อยละ 96 คิดเห็นว่าเครื่องกดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า สามารถนำมาใช้งานได้จริง มีคุณสมบัติตามหลักทางการแพทย์

การวิจัยในครั้งนี้ที่นำความรู้ทางวิศวกรรมอย่างระบบนิวเมติกส์ ระบบควบคุม และหลักทางการแพทย์ในการกดเส้นห้ามเลือดที่ได้ประยุกต์จนออกมาเป็นเครื่องกดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า ในการหาความน่าเชื่อถือของเครื่อง ไม่เพียงแต่การหาคุณภาพ แต่ได้มีการเก็บผลที่เกิดต่อร่างกายของอาสาสมัครที่เข้าร่วมการทดสอบ อาสาทั้งหมด 20 ท่าน มีค่า $O_2\text{sat}$ ค่าชีพจร และ อาการอ่อนแรงในระดับปกติ มีอาการเป็นแผลซ้ำ 2 ท่าน เกิดจากการรองผ่านวามบางเกินไป มีอาการปวดขา 10 ท่าน มีอาการขาชาวล็กน้อยทุกท่าน เนื่องจากแรงกดเริ่มต้นในช่วงเวลา 8 นาทีแรกสูงและจะผ่อนแรงลงหลังจากนั้น ปริมาณออกซิเจนและชีพจรยังคงปกติ มีอาการชาวืดทุกคนแต่ไม่อยู่ในระดับที่เป็นอันตราย มีอาการเจ็บปวดที่จุดกดเล็กน้อยถือว่าอยู่ในระดับที่รับได้ เครื่องกดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าที่สร้างขึ้นมีจุดเด่นคือ สามารถทำงานได้คล้ายกับการกดของบุคลากร คือสามารถผ่อนแรงกดตามเวลาที่กำหนด จะช่วยให้คนไข้ลดความเจ็บปวดและลดเกิดการขาดเลือดได้ แต่ยังมีส่วนที่ต้องปรับปรุงคือขณะเครื่องทำงานคนไข้ต้องไม่ขยับตัวรุนแรงเพราะอาจทำให้หัวกดหลุดจากจุดกดได้ ผลการวิจัยที่ได้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องมือกดห้ามเลือดที่ประดิษฐ์ขึ้น (จุฬา-แคลมป์) เพื่อใช้ห้ามเลือดภายหลังการสวนเส้นเลือดหัวใจหรือการขยายเส้นเลือดหัวใจ (วัญญู, 2546) ในการใช้เวลาในการกด พบว่า ทั้งสองวิธีไม่พบภาวะแทรกซ้อนรุนแรงหลังการกดห้ามเลือดที่ขาหนีบ โดยข้อมูลเหล่านี้จะเป็นข้อมูลที่สำคัญต่อการพัฒนาเครื่องกดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าในครั้งถัดไป

บทสรุป

การวิจัยเครื่องกีดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า ที่มีวัตถุประสงค์ในการออกแบบและสร้างเครื่องกีดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าแล้วทำการหาคุณภาพ เพื่อนำไปสนับสนุนการทำงานของบุคลากรทางการแพทย์ ในการสร้างเครื่องกีดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าเป็นไปตามระยะเวลาที่เรากำหนด

1. ผลการสร้างเครื่องกีดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า โดยแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ กล่องระบบควบคุม และ โครงหุ้มคานิวเมติกส์ จากการสร้างกล่องระบบควบคุม ที่สั่งการด้วยสวิทช์คำสั่ง ได้แก่ คำสั่งให้ระบบนิวเมติกส์ทำงานเพื่อกีดเส้นห้ามเลือด คำสั่งที่ทำการเพิ่มลมเข้าสู่ระบบนิวเมติกส์ คำสั่งที่ทำการปล่อยลมออกจากระบบนิวเมติกส์ คำสั่งรีเซ็ตระบบ และการสร้างโครงหุ้มคานิวเมติกส์ ทำมาจากวัสดุที่มีน้ำหนักเบาอย่างสแตนเลส และยังรองรับน้ำหนักการกดของขาผู้ป่วยได้ คณะผู้วิจัยมีความพึงพอใจอย่างมากกับผลการทำงานของกล่องระบบควบคุมและโครงหุ้มคานิวเมติกส์

2. ผลวิเคราะห์ที่ได้จากแบบประเมินความพึงพอใจของอาสาสมัครต่อการวิจัยเครื่องกีดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าและแบบประเมินคุณภาพการทดสอบโดยผู้ใช้งานเครื่องกีดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า ที่ทำการหาคุณภาพของเครื่องกีดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า การสรุปผลรวมค่าเฉลี่ยและเกณฑ์ระดับการประเมินของแบบประเมินความพึงพอใจของอาสาสมัครต่อการวิจัยเครื่องกีดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า ได้ออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจของอาสาสมัครในการทดสอบเครื่อง ผลรวมค่าเฉลี่ย 3.34 เปรียบเทียบอยู่ในเกณฑ์ระดับการประเมินปานกลาง ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจของอาสาสมัครในด้านความปลอดภัย ผลรวมค่าเฉลี่ย 4.07 เปรียบเทียบอยู่ในเกณฑ์ระดับการประเมินดี ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพการทดสอบโดยผู้ใช้งานในตอนที่สองส่วนที่สอง ความคิดเห็นต่อคุณสมบัติของเครื่องกีดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า

3. ในการทดสอบผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 5 ท่าน ได้มีความคิดเห็นว่า เครื่องกีดเส้นห้ามเลือดด้วยระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า สามารถนำมาใช้งานจริงได้และสามารถพัฒนาในการวิจัยขั้นต่อไปได้

เอกสารอ้างอิง

- จิตต์วรา ยาละ, ณัฐภูมิ ไชยลีนฟ้า และขวัญใจ ทศศิริ. (2559). ประสิทธิภาพของการใช้อุปกรณ์ป้องกันการเกิดแผลกดทับ ที่นิ้วเท้าขณะผ่าตัดหัวใจแบบเปิด (Open Heart Surgery) โรงพยาบาลเชียงรายประชานุเคราะห์. เชียงรายเวชสาร 8(2): 15-22.
- จิตต์รัตน์ แสงเลิศอุทัย. (2558). เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย. วารสารบัณฑิตศึกษา. 58(1): 13-24.
- จิรภา เทพกระโทก. (2559). การพยาบาลผู้ป่วยภาวะหลอดเลือดหัวใจตีบจากหินปูนที่ได้รับการกรอหลอดเลือดด้วยเครื่องกรอหัวเพชรและใส่ขดลวดค้ำยันหลอดเลือด. รายงานการวิจัย. ฝ่ายการพยาบาล กลุ่มภารกิจด้านการพยาบาล โรงพยาบาลเจริญกรุงประชารักษ์. กรุงเทพมหานคร.
- ทิพย์สุตา พรหมดนตรี และจินตนา คำเกลี้ยง. (2564). ปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดภาวะกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดเฉียบพลันในวัยผู้ใหญ่ตอนต้น: การทบทวนวรรณกรรมแบบบูรณาการ. วารสารพยาบาลสงขลานครินทร์. 41(3): 99-108.
- พีรญา จารุภุมริน. (2562). ผลของการใส่สายรัดข้อมือ (TR band) ภายหลังการเจาะเลือดต่อภาวะเลือดออกง่ายในผู้ป่วยที่ได้รับยาเฮพาริน. วชิรสารการพยาบาล. 21(2): 12-22.
- รุจิพรรณ สัมปณณา, เทพทวี ทองเต็มแก้ว, ปณิชนันท์ เฮงศรีธวัช และเติมพงษ์ ศรีเทศ. (2566). การประยุกต์ใช้เฟล็กส์ เซ็นเซอร์เพื่อควบคุมอุปกรณ์สำหรับช่วยเหลือผู้สูงอายุ. วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี. 4(1): 90-102.

- ลดาวัลย์ ดิลก และฤทธิกล้า ภิชัยทัฬห. (2562). ผลของการใช้แนวปฏิบัติทางการพยาบาลในการดูแลผู้ป่วยโรคหลอดเลือดหัวใจที่ได้รับการฉีดสตีลหลอดเลือดหัวใจต่อภาวะแทรกซ้อนและระดับความวิตกกังวลของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดหัวใจในหอผู้ป่วยอายุรกรรม ธท.2 โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ. พยาบาลสาร. 46(4): 149-157.
- ภาณุเมศวร์ สุขศรีศิริวัชร, ชูชาติ พยอม และศุภชัย แก้วจันทร์. (2563). การพัฒนาเครื่องอัดเม็ดยาสมุนไพรแบบเพลาลูกเบี้ยวเยื้องศูนย์สำหรับชุมชนแพทย์แผนไทย อำเภอกาบเชิง จังหวัดสุรินทร์. วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี. 1(3): 95-104.
- วทันญ ปลายเนตร. (2546). การศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องมือกดห้ามเลือดที่ประดิษฐ์ขึ้น (จุฬา-แคลมป์) เพื่อใช้ห้ามเลือดภายหลังการสวนเส้นเลือดหัวใจหรือการขยายเส้นเลือดหัวใจ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัญศิณีย์ นันตะสุคนธ์, สุภาพร อัสวกิจพานิช และอภิญญา ศิริพิทยาคุณกิจ. (2562). การศึกษาภาวะแทรกซ้อนทางหลอดเลือดและอาการปวดบริเวณแผลในผู้ป่วยหลังการสวนหัวใจระหว่างการใส่สายสวนหัวใจที่หลอดเลือดแดงบริเวณขาหนีบกับหลอดเลือดแดงบริเวณข้อมือ หอผู้ป่วยหลังทำหัตถการหัวใจ โรงพยาบาลรามาริบัติ. Mahidol R2R e-Journal. 6(2): 42-54.