

การออกแบบและสร้างเครื่องเขย่าขวดยาฉีดต้นแบบ สำหรับโรงพยาบาลในจังหวัดลำปาง

Design and create the shake bottles of medicine for hospital in Lampang Province.

จินตนา อานาจกิติกร^{1*}, พงษ์ศักดิ์ อยู่มน² และกฤษฎดา ชัยเรือง³

^{1*,2,3} คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

119 ตำบลชมพู เมืองลำปาง จังหวัดลำปาง รหัสไปรษณีย์ 52100

โทร 054-237399 โทรสาร 054-241079 E-mail: noi218@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นออกแบบและสร้างเครื่องเขย่าขวดยาฉีดต้นแบบ เพื่อใช้สำหรับการเตรียมยาฉีดผงชนิดบรรจุขวด เครื่องต้นแบบที่สร้างขึ้นสามารถบรรจุขวดยาฉีดขนาดต่าง ๆ ได้ 19 ขวด สามารถปรับความเร็วการเขย่าได้ 5 ระดับ และตั้งเวลาการเขย่าได้ 1 - 20 นาที การทดสอบเครื่องเขย่าขวดยาฉีดต้นแบบ พบว่าร้อยละความคลาดเคลื่อนของเวลาการเขย่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับร้อยละ -0.69 มีค่าความดังของเสียงอยู่ระหว่าง 64 - 80 dB (A) ที่ระดับความเร็วในการเขย่าเฉลี่ยต่ำสุดถึงสูงสุดที่ 117 - 498 rpm การทดสอบการทำงานที่ความเร็วระดับ 4 และ 5 กับสารละลาย 3 ชนิด พบว่า สารละลายเกลือและน้ำตาลความเข้มข้นร้อยละ 20 และสารละลายยาปฏิชีวนะความเข้มข้นร้อยละ 52 สามารถละลายเป็นเนื้อเดียวกันในเวลา 2 และ 1 นาทีตามลำดับ และจากการศึกษาความพึงพอใจในการใช้งานของพยาบาลวิชาชีพ แผนกอายุรกรรมชาย 2 โรงพยาบาลลำปาง จำนวน 23 คน เป็นเวลา 10 วัน พบว่ามีการเตรียมยาฉีดสำหรับผู้ป่วยด้วยเครื่องต้นแบบจำนวน 131 ขวด โดยมีความพึงพอใจต่อเครื่องเขย่าขวดยาฉีดในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.74$) การเตรียมยาโดยใช้เครื่องเขย่ายาทำให้ยาสามารถผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกันได้ดีกว่าการเขย่าด้วยมือ ($\bar{x} = 4.57$) เครื่องเขย่าขวดยาฉีดออกแบบสอดคล้องสามารถใช้งานได้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์กับความต้องการของผู้ใช้งาน ($\bar{x} = 4.48$) และช่วยให้การจัดเตรียมยาฉีดทำได้รวดเร็วและทันเวลาต่อการใช้งาน ($\bar{x} = 4.35$)

คำสำคัญ: การออกแบบ, การสร้าง, เครื่องเขย่า, ยาฉีด, ต้นแบบ

Abstract

The study investigates the design of a prototype shaker used for injection preparation. The prototype shaker can hold up to 19 injection bottles of different sizes and can be adjusted to five speed levels and timed to run for 1-20 minutes. From the trial of the prototype shaker, it was found that the average error of the shaking time was -0.69% and the sound level was between 64 -80 dB (A) at a shaking speed of 117 - 498 rpm. For the functional test at speed levels 4 and 5 with 3 types of solutions, it was found that a solution of 20% salt and sugar became homogenous in 2 minutes and a solution of 52% water and antibiotics became homogenous in 1

minute. In terms of user satisfaction, 23 professional nurses from the department of male internal medicine at Lampang Hospital participated in a trial with the prototype for 10 days and reported the use of the shaker with 131 injection bottles. The result showed that: satisfaction was at the highest level ($\bar{x} = 4.74$), the shaker mixed the solutions better than handshaking ($\bar{x} = 4.57$), the shaker responded to the needs of the users ($\bar{x} = 4.48$), and the shaker reduced preparation time ($\bar{x} = 4.35$).

Keywords: design, construction, shaker, injection, prototype

1. บทนำ

หน้าที่ของพยาบาลในการดูแลผู้ป่วย คือการช่วยให้ผู้ป่วยได้รับยาตามแผนการรักษาของแพทย์อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย ซึ่งเป็นหน้าที่ที่มีความสำคัญ และมีความหมายต่อชีวิตผู้ป่วยไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากิจกรรมการพยาบาลอื่น ๆ และในการทำหน้าที่เกี่ยวกับการให้ยาแก่ผู้ป่วยนั้น เป้าหมายสำคัญของพยาบาล คือ ผู้ป่วยต้องได้รับยาครบถ้วนถูกต้องตามแผนการรักษาอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งในการให้ยาโดยการฉีดเพื่อต้องการให้ยาออกฤทธิ์เร็ว มีความสำคัญอย่างมาก เพราะอาจเกิดอันตรายแก่ผู้ป่วยได้ การปฏิบัติเพื่อให้ได้รับยาถูกต้องตามชนิดของยา พยาบาลต้องมีความรู้เกี่ยวกับชนิดของยา อ่านคำสั่งให้เข้าใจ และตรวจสอบให้แน่ใจ ถึงความถูกต้องตามขนาดยา คำนวณปริมาณยาให้ถูกต้อง และให้ถูกต้องตามเวลา ซึ่งพยาบาลต้องให้ยาถูกต้องตามเวลาหรือให้ยาใกล้เวลามากที่สุด 15 นาทีก่อนหรือหลังเวลาที่กำหนด เมื่อถูกต้องตามเวลา หรือตรงตามกำหนดเวลา ที่จะให้ยาแก่คนไข้ ถ้าผิดเวลาจะมีผลต่อการออกฤทธิ์ของยา และหนึ่งในขบวนการของขั้นตอนการเตรียมยาชนิดยาฉีดสำหรับผู้ป่วย โดยเฉพาะขั้นตอนของการเขย่าขวดยาฉีด พบว่า ยาบางชนิดใช้เวลานานในการละลายผสมตัวยา และพยาบาลผู้เตรียมยาไม่สามารถจะเขย่ายาอย่างต่อเนื่องได้ เพื่อให้ละลายสารได้หมดในเวลาเดียวกัน แต่อาจจะใช้วิธีเขย่า 4 - 5 ครั้ง แล้ววางขวดยาไว้ให้ละลายเอง เนื่องจากยาบางตัวละลายยาก ในเวลาเดียวกันก็มีปริมาณของยาฉีดที่ต้องเตรียมเป็นจำนวนมาก ซึ่งมีโอกาสเกิดความผิดพลาดได้ง่าย หากลืมหรือเผลอเรอ และด้วยการจัดเตรียมยาฉีดแต่ละครั้งที่มีจำนวนมาก ต้องใช้เวลานานกว่า 30 นาที ถึง 1 ชั่วโมง สำหรับเครื่องมือที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการเขย่าสารละลายในรูปแบบวงโคจร (Orbital Shaker) เป็นส่วนใหญ่ อีกทั้งมีราคาสูง และมีใช้อยู่ในห้องปฏิบัติการเท่านั้น หากแต่ยังไม่มีเครื่องเฉพาะสำหรับเขย่าขวดยาฉีดใช้งานสำหรับโรงพยาบาลโดยตรงทดแทนการใช้แรงมือ

2. หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ขั้นตอนการเตรียมยาฉีดจากยาผงบรรจุขวด (วิธีละลายยา) ดังนี้

(1) ตรวจสอบตัวทำละลาย (น้ำกลั่นหรือน้ำเกลือ) ว่ามีฝุ่นผงหรือไม่ โดยคว่ำขวดยกส่องดู หากมีฝุ่นผงไม่ควรนำมาใช้

(2) ทำความสะอาดจุดขวดตัวทำละลาย และจุดขวดด้วยสำลีชุบแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 จนถึงคอขวด ปลดให้แอลกอฮอล์แห้ง

(3) ดูดตัวทำละลายตามปริมาณที่ต้องการด้วยวิธีเดียวกับการเตรียมยาฉีดจากยาน้ำบรรจุขวด เมื่อได้ตัวทำละลายแล้วให้ฉีดตัวทำละลายเข้าในขวดยาผง โดยแทงเข็มเข้าจุดขวดยาแล้ว ดันลูกสูบให้ตัวทำละลายเข้าไปในขวดยาจนหมดหลังจากนั้นปล่อยนิ้วที่ดันลูกสูบออก อากาศที่ถูกแทนที่ด้วยตัวทำละลายจะเข้ามาในกระบอกฉีดยาจนหมดความดันในขวดยาจะเท่ากับความดันในบรรยากาศ

(4) ถอนเข็มและกระบอกฉีดยาออกจากขวดยานำปลอกเข็มที่ถอดออกมาสวมครอบเข็มไว้

(5) เขย่าขวดให้ตัวทำละลาย ละลายผงจนหมดเป็นเนื้อเดียวกัน

(6) ทำความสะอาดจุดขวดอีกครั้งด้วยสำลีชุบแอลกอฮอล์ปล่อยให้แอลกอฮอล์แห้ง

(7) ใช้กระบอกฉีดยาพร้อมเข็มชุดเดิม ดูดยาออกจากขวดตามปริมาณที่ต้องการด้วยวิธีเดียวกับการเตรียมยาฉีดจากยาน้ำบรรจุขวด

(8) หากยาที่ละลายแล้วใช้ไม่หมด และมีอายุจัดเก็บไว้ใช้ได้ให้เขียนฉลากติดขวดไว้เกี่ยวกับความเข้มข้นของยา วัน/เดือน/ปี ที่ละลาย ผู้ละลาย และเก็บยาไว้ในที่ที่เหมาะสมตามฉลากที่แนบมาด้วยยา

2.2 ขั้นตอนการเตรียมยาฉีดผสมทางหลอดเลือดดำ

(1) รูปแบบการเตรียมยาที่พบบ่อย

- การเตรียมโดยผสมในยาฉีดปริมาณมาก
- การเตรียมเป็น Prefilled syringe

(2) วิธีการเตรียมจะต้องใช้ Aseptic technique ทุกขั้นตอน

- รวบรวมวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการเตรียมก่อนที่จะเริ่มงานใน laminar air flow
- เช็ดโต๊ะบริเวณที่จะทำงานด้วย alcohol ความเข้มข้นร้อยละ 70 หรือ benzalkonium chloride solution

- ล้างมือให้สะอาด
- ทำงานใน laminar air flow hood โดยให้ห่างจากขอบโต๊ะอย่างน้อย 6 นิ้ว
- เช็ดจุดขวดทุกขวดด้วย alcohol ความเข้มข้นร้อยละ 70 ก่อนที่จะใช้เข็มแทงผ่าน

(3) การเติมตัวยาลงผสมในยาฉีดที่มีปริมาณมากสามารถทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับลักษณะของตัวยาและภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์ยา ซึ่งการเติมตัวยาในขวด LVPs มีดังนี้

- การถ่ายยาฉีดจาก ampule ลงในขวด LVP ทำได้โดยใช้เข็มและกระบอกฉีดยา (syringe)

- การถ่ายน้ำยาจาก vial ลงในขวด LVP ซึ่งจำเป็นต้องทำยาที่อยู่ใน vial ให้เป็นสารละลายก่อนโดยทำ reconstitute จากนั้นจึงดูดน้ำยาออกจาก vial โดยใช้ syringe หรืออาจจะถ่ายน้ำยาโดยใช้เข็ม 2 ปลาย (double needle)

- การเติมผลิตภัณฑ์ยาที่บรรจุใน special designed vial ที่เรียกว่า Pintop, Mix-O-Vial หรือ Act-O-Vial

(4) เมื่อเติมตัวยาสมลงเรียบร้อยแล้วต้องปิดปากขวดด้วยฝา (additive cap) หรืออาจใช้ paraffin ปิดจุกแทนได้ เขย่าให้น้ำยาเข้ากัน แล้วนำยาฉีดที่ผสมเสร็จแล้วมาตรวจดูกับไฟที่มีฉลากพื้นขาว - ดำ เพื่อดูสิ่งปลอมปน

(5) เขียนฉลากพร้อมทั้งคำนวณจำนวนหยดต่อนาที และปิดฉลากด้านข้างขวดในลักษณะกลับฉลากลง

(6) ส่งมอบยาให้กับผู้ป่วย แต่ในกรณีที่ยังไม่ส่งมอบ จะต้องเก็บไว้ในตู้เย็น และใช้ภายในเวลา 24 ชม. ภายหลังจากเตรียมเสร็จแล้ว แต่อย่างไรก็ตามขึ้นอยู่กับความคงตัวของยานั้น ๆ

2.3 ความเข้มข้นของสารละลาย ความเข้มข้นของสารละลาย คือ ปริมาณของสารที่เป็นตัวละลายซึ่งละลายอยู่ในสารละลาย การบอกค่าความเข้มข้นของสารละลายสามารถแบ่งได้ดังนี้

(1) ร้อยละ (percent) แบ่งออกเป็นดังนี้

- ร้อยละโดยมวล (w/w) บอกถึงมวลของตัวละลายที่ละลายในสารละลาย 100 หน่วยมวล เช่น สารละลายน้ำเชื่อมเข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวล คือ ในสารละลายน้ำเชื่อม 100 กรัม ประกอบด้วยน้ำตาล 10 กรัม

- ร้อยละโดยปริมาตร (v/v) บอกถึงปริมาตรของตัวละลายที่ละลายในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตร เช่น สารละลายเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 15 โดยปริมาตร คือ ในสารละลายเอทานอล 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ประกอบด้วยเอทานอล 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร

- ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร (w/v) บอกถึงมวลของตัวละลายในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตร เช่น สารละลายเกลือแกง 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ประกอบด้วยเกลือแกง 1 กรัม

(2) ส่วนในพันส่วน (part per thousand ; ppt) เป็นหน่วยที่บอกมวลของตัวละลายที่มีปริมาณน้อย ละลายในสารละลาย หรือตัวทำละลาย 1 พันส่วน

(3) ส่วนในล้านส่วน (part per million ; ppm) เป็น หน่วยที่บอกมวลของตัวละลายที่มีปริมาณน้อยมาก ละลายในสารละลายหรือตัวทำละลาย 1 ล้านส่วน (10^6 ส่วน) เช่น ปลาตัวหนึ่งมีปรอทปลอมปนอยู่ 0.2 ppm หมายความว่า ในเนื้อปลา 1 ล้านกรัม จะมีปรอทอยู่ 0.2 กรัม

(4) การบอกความเข้มข้น โดยดูจากปริมาณตัวละลายในสารละลาย แบ่งได้เป็นดังนี้

- สารละลายเข้มข้น คือ สารละลายที่มีปริมาณตัวละลาย ละลายในสารละลายมาก เมื่อเทียบกับตัวทำละลาย

- สารละลายเจือจาง คือ สารละลายที่มีปริมาณตัวละลาย ละลายในสารละลายน้อย เมื่อเทียบกับตัวทำละลาย

2.4 มาตรฐานและกฎหมายเสียงดังในที่ทำงาน (JS -safety.com, 2554)

(1) ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับ ภาวะแวดล้อม หมวด 3 เสียง ข้อ 13 ภายในสถานที่ประกอบการที่ให้อุปกรณ์ใดคนหนึ่งทำงานดังต่อไปนี้

- ไม่เกินวันละเจ็ดชั่วโมง ต้องมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับติดต่อกันไม่เกินเก้าสิบเอ็ด เดซิเบล (เอ)

- เกินกว่าวันละเจ็ดชั่วโมง แต่ไม่เกินแปดชั่วโมง จะต้องมีการระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับ ติดต่อกันไม่เกินเก้าสิบเดซิเบล (เอ)

- เกินวันละแปดชั่วโมง ต้องมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับติดต่อกันไม่เกินแปดสิบ เดซิเบล (เอ) ข้อ 14 นายจ้างจะให้ลูกจ้างทำงานในที่ที่มีระดับเสียงเกินกว่าร้อยสี่สิบเดซิเบล (เอ) มิได้

สาระสำคัญคือกำหนดระดับเสียงหนึ่ง ๆ กับระยะเวลาที่อนุญาตให้สัมผัสได้แต่ไม่ได้ กำหนดในลักษณะการคำนวณหาปริมาณเสียงแต่อย่างใด

(2) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 4 (พ.ศ.2541) ออกตามความในพระราช บัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2512 เรื่องหน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน

สาระสำคัญ คือ กำหนดมาตรฐานเสียงดังในโรงงานไว้ที่ 80 เดซิเบล และหากเสียงดัง เกินกว่าที่กำหนดหรืออาจเป็นอันตรายต่อแก้วหู ทางโรงงานต้องจัดให้มีอุปกรณ์ลดเสียงที่มีประสิทธิภาพ สังเกตว่ากฎหมายไม่ได้กำหนดเรื่องระยะเวลาที่สัมผัสเสียงดังและสเกลของหน่วยเดซิเบลไว้

OSHA และ ACGIH แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา กำหนดระดับเสียงดังที่อาจได้ยิน หรือสัมผัสในระยะเวลาหนึ่ง ๆ อย่างละเอียด

ตารางที่ 1 มาตรฐานระดับความดังของเสียง (OSHA)

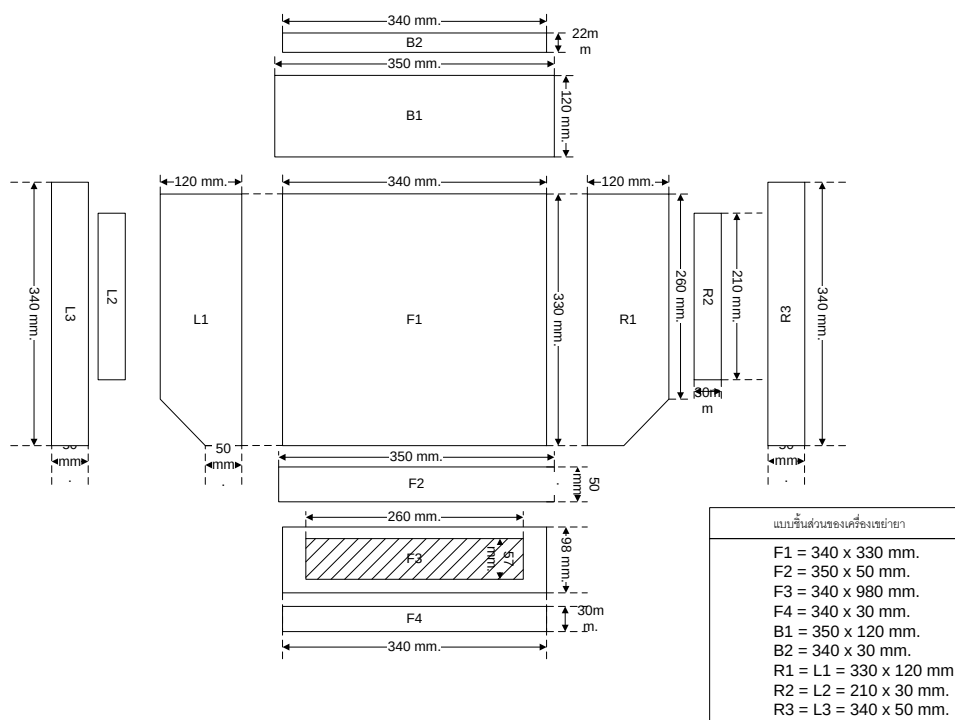
ระยะเวลาต่อวัน (ชั่วโมง)	ระดับเสียงดัง (เดซิเบล-เอ)
8	90
4	95
2	100
1	105
0.5	110
0.25 หรือน้อยกว่า	115

โดยที่ : ระยะเวลาทำงานต้องลดลงครึ่งหนึ่ง ในทุก ๆ 5 เดซิเบล ที่เพิ่มขึ้น

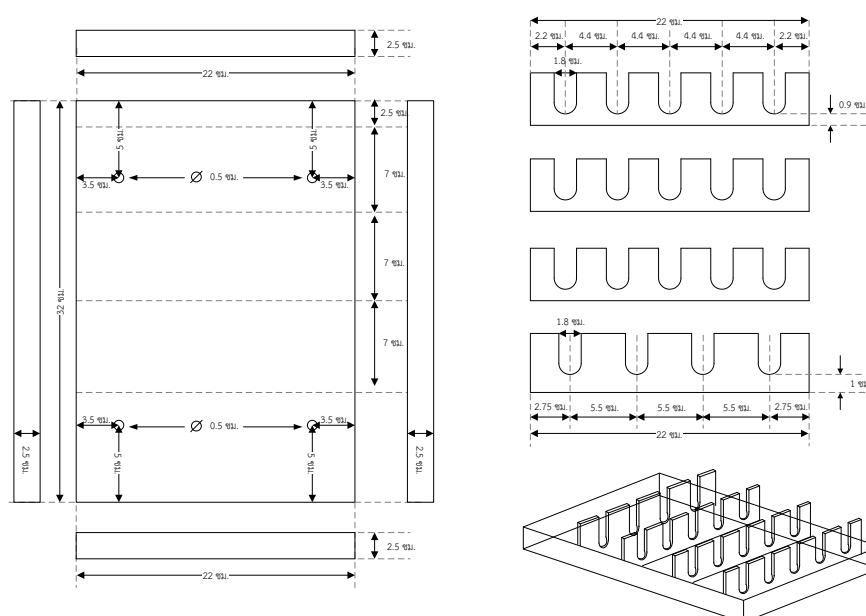
3. อุปกรณ์และวิธีการทดสอบ

ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างเครื่องเขย่าขวดยาฉีดต้นแบบ ที่สามารถใช้กับขวดยาฉีดได้จริง มีความเหมาะสมกับสภาพปัญหาและสภาพพื้นที่ ซึ่งเครื่องเขย่าขวดยาฉีดต้นแบบประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนโครงสร้าง ดังภาพที่ 1 ส่วนของวงจรตั้งเวลา วงจรควบคุมความเร็ว วงจรส่วนแสดงผล ดังภาพที่ 3 ส่วนชุดถาดเคลื่อนที่และชุดส่งกำลัง ดังภาพที่ 2 และภาพที่ 4 เครื่องเขย่าขวดยาฉีดที่สร้างขึ้นมีขนาด 3.5 x 3.4 x 1.50 เมตร น้ำหนัก 8 กิโลกรัม ใช้แหล่งจ่ายไฟสลับ 220 โวลต์ บรรจุขวดยาฉีด ได้ สูงสุด 19 ขวด ตั้งปรับเวลาตั้งแต่ 1 นาที ถึง 20 นาที การควบคุมความเร็วการเขย่าตั้งปรับตั้งแต่

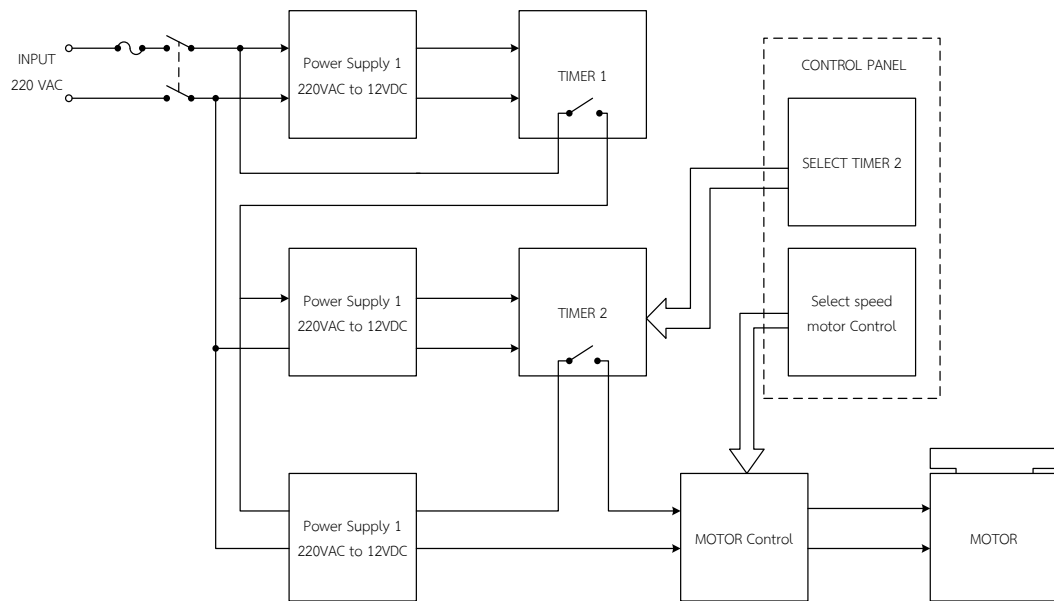
ระดับความเร็วเข้าสุดเฉลี่ย 117 rpm ถึง สูงสุด 500 rpm ทั้งแบบตั้งปรับระดับความเร็วอัตโนมัติและแบบ manual ได้ 5 ระดับ ความดังของเครื่องขณะเย็บ เฉลี่ยต่ำสุด 64 dB A และสูงสุด 80 dB A แรงดันไฟฟ้าในแต่ละระดับของความเร็วมีค่า อยู่ระหว่าง 5 VDC ถึง 12 VDC เมื่อนำทั้งสามส่วนมาต่อรวมกันได้เครื่องเย็บขวดยาฉีดต้นแบบ ดังภาพที่ 5



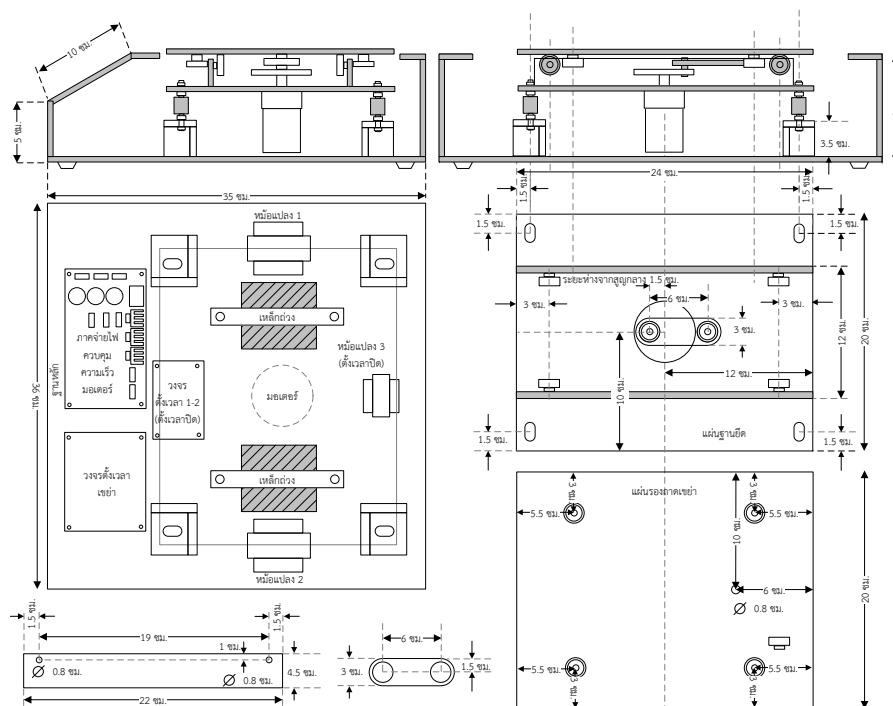
ภาพที่ 1 ออกแบบรายละเอียดของส่วนประกอบโครงสร้างของเครื่อง



ภาพที่ 2 ออกแบบถาดยึดขวดยาฉีด



ภาพที่ 3 ออกแบบวางแผนผังการทำงานของวงจรควบคุม



ภาพที่ 4 ออกแบบฐานเคลื่อนที่ชุดส่งกำลัง การวางอุปกรณ์วงจรและอุปกรณ์เคลื่อนที่



ภาพที่ 5 เครื่องเขย่าขวดยาชนิดต้นแบบที่สร้างขึ้น

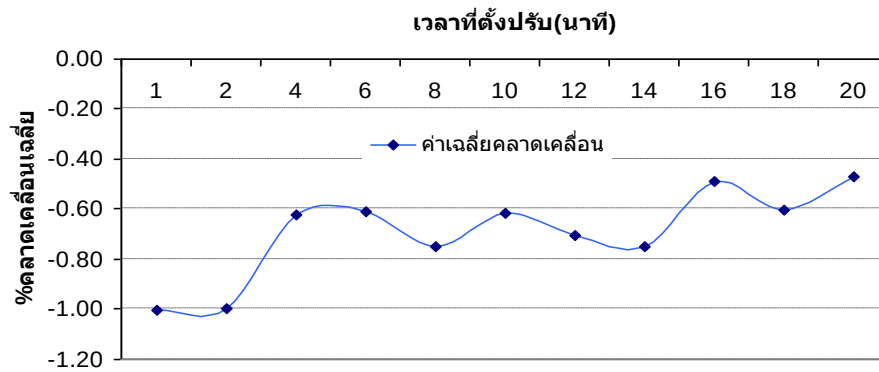
3.1 เครื่องมือวัด

- (1) นาฬิกาจับเวลาแบบ Digital (APPLE Iphone)
- (2) เครื่องวัดความเร็วรอบแบบ Digital (DIGICON DT 235T) ความเที่ยงตรงร้อยละ 0.05 ช่วงการวัดความเร็วผิววัตถุ : 0.05~1,999.9 m/min และ 0.2~ 6,560 ft/min
- (3) มัลติมิเตอร์แบบ Digital (TEKTRONIX TX 1 DC) accuracy $\pm 0.07 \% + 1 \text{ ct}$
- (4) เครื่องวัดความดังเสียงแบบ Digital (EXTECH 407740) accuracy $\pm 1.5\text{dB}$

4. ผลการทดสอบ

4.1 ผลการทดสอบการหาค่าร้อยละเฉลี่ยคลาดเคลื่อน

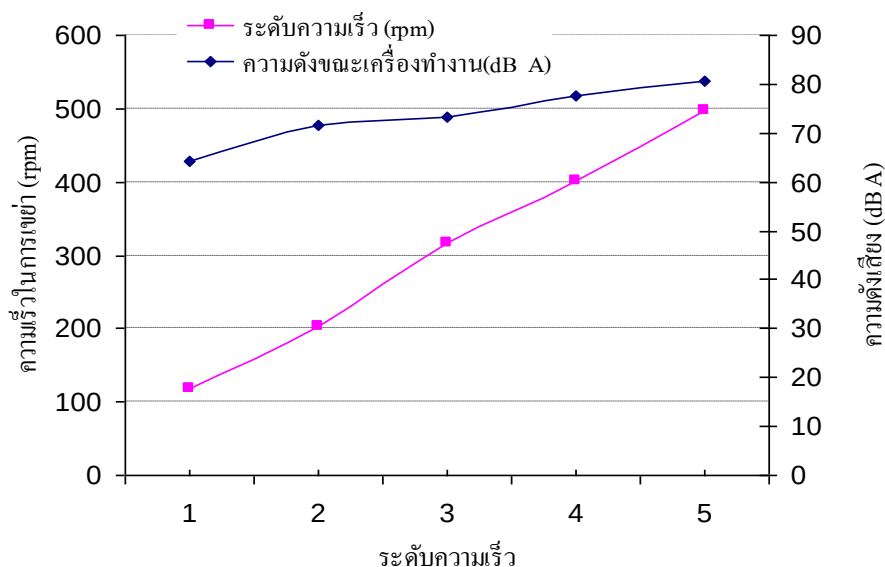
ด้วยวิธีการใช้นาฬิกาจับเวลาเทียบกับช่วงระดับเวลาที่ตั้งปรับ และสังเกตการตัดวงจรการทำงานของเครื่องแล้วอ่านค่าเวลาจากนาฬิกาจับเวลา โดยทำซ้ำ 10 ครั้งทุกช่วงระดับเวลา แล้วบันทึกผลและนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยพบว่า ในช่วงตั้งเวลาปรับตั้งแต่ 1 นาที ถึง 20 นาที มีค่าคลาดเคลื่อนจากนาฬิกาจับเวลาที่ใช้เปรียบเทียบ ซึ่งคิดเป็นค่าเฉลี่ยที่วัดได้คลาดเคลื่อนมากที่สุดที่ร้อยละ -1.00 คือช่วงตั้งเวลา 1 นาที และ 2 นาที ค่าความคลาดเคลื่อนปานกลางคือ 8 และ 14 นาที คลาดเคลื่อนที่ร้อยละ -0.75 ในช่วงตั้งเวลาที่ 20 นาที มีค่าคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดคือร้อยละ -0.47 โดยค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ย ในภาพรวมของการตั้งเวลาในเครื่องเขย่าขวดยาชนิดต้นแบบ มีค่าเท่ากับร้อยละ - 0.69 ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ค่าร้อยละคลาดเคลื่อนเฉลี่ยตั้งเวลาปรับในแต่ละช่วงเวลา

4.2 การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับความดังเสียงของเครื่องขณะทำงาน

การทดสอบการควบคุมความเร็ว โดยการวัดความเร็วรอบของมอเตอร์ในแต่ละระดับที่กำหนดของเครื่องเขย่าขวดยาฉีด และวัดปริมาณแรงดันที่ใช้ควบคุมความเร็วของการเขย่า การทดสอบเสียงโดยการวัดความดังของเสียงในแต่ละระดับความเร็ว ทำการบันทึกผลการทดสอบ และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับความดังขณะเขย่า พบว่า การทดสอบเครื่องเขย่าขวดยาฉีดสามารถควบคุมความเร็วต่ำสุดที่ระดับ 1 มีค่าเฉลี่ยความเร็วเท่ากับ 117.31 rpm ความดังของเสียงเฉลี่ยเท่ากับ 64.34 dB แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้มีค่า 5 V และที่ความเร็วสูงสุดที่ระดับ 5 เฉลี่ยเท่ากับ 498.18 rpm ค่าความดังของเสียงเฉลี่ยเท่ากับ 80.74 dB แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้มีค่า 12 V โดยมีความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับความดังเสียงของเครื่องขณะทำงาน ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับความดังขณะเขย่า

4.3 ทดสอบการใช้งานเครื่องเขย่าขวดยาเบื้องต้นในการทดสอบการละลายของสารละลาย

เปรียบเทียบการละลายของสารละลายระหว่างเครื่องเขย่าขวดยาฉีดกับการเขย่าขวดยาฉีดด้วยการเขย่ามือโดยการสังเกตการละลายจนหมดเป็นเนื้อเดียวกันไม่มีตะกอนหรือผงผลึก และจับเวลา ใช้สารละลาย 3 ชนิด คือ เกลือกับน้ำสะอาด น้ำตาลกับน้ำสะอาด และ ยาปฏิชีวนะชนิดผงกับน้ำสะอาด ลงในขวดขนาด 3.7×7.15 เซนติเมตร ใช้เกณฑ์ความเข้มข้นร้อยละ โดยปริมาตร ของตัวถูกละลาย ผลการสังเกต ดังในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบเวลากับระดับความเร็วในการเขย่าของสารละลาย 3 ชนิด

ลำดับที่	สารละลาย	อัตราส่วน (มิลลิลิตร/ มิลลิลิตร)	ความเข้มข้น	เวลาที่เขย่าโดยเครื่อง (นาท)		
				ระดับความเร็ว		
				3	4	5
1	เกลือ	2.5 / 10	ร้อยละ 20	4	3	2
2	น้ำตาล	2.5 / 10	ร้อยละ 20	3.40	2.35	1.30
3	ยาปฏิชีวนะชนิดผง	2.5 / 2.33	ร้อยละ 52.08	3.32	2.15	1.25

โดยสังเกตพบว่าตัวที่ละลายใช้เวลามากเป็นสารละลายเกลือ และรองมาคือน้ำตาล ส่วนสารละลายที่ละลายได้เร็วที่สุดเป็นสารละลายยาปฏิชีวนะ ในระดับความเร็วที่ 1 และที่ 2 สารละลายทั้งสามชนิด จะละลายไม่หมด ยังคงมีผลึกหรือผงเหลืออยู่และจากการทดลองสังเกตได้ว่าระดับความเร็วที่ 4 และที่ 5 สามารถละลายสารได้ดีเท่ากับการเขย่าด้วยแรงมือแต่การเขย่าด้วยแรงมือไม่สามารถเขย่าต่อเนื่องได้เนื่องจากเกิดความล้าของแขนต้องเปลี่ยนมือเขย่าหรือหยุดพักเป็นระยะ ๆ จึงจะเขย่าต่อได้ ดังภาพที่ 8



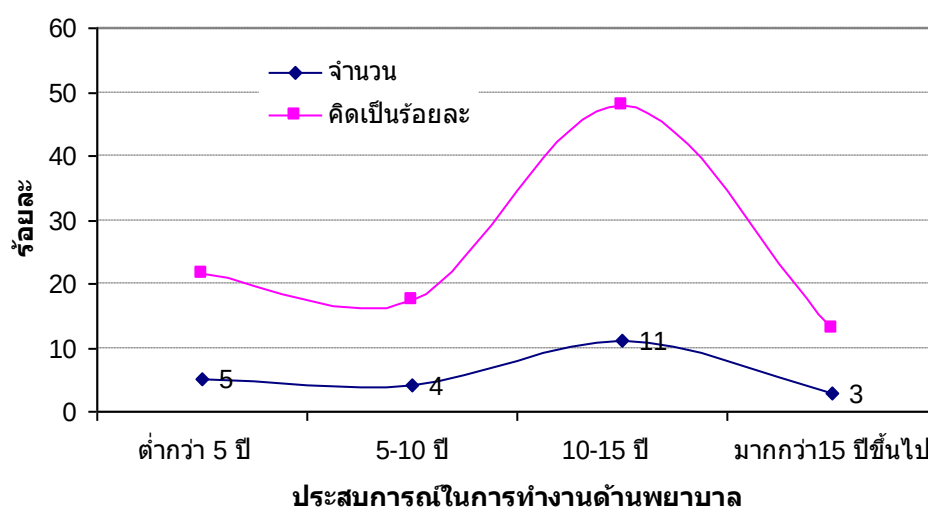
ภาพที่ 8 การสังเกตเปรียบเทียบการละลายของสารละลายระหว่างการเขย่าด้วยมือกับเครื่องเขย่าขวดยาฉีดที่สร้างขึ้น

4.4 การทดสอบการใช้เครื่องเขี่ยยาฉีดต้นแบบโดยพยาบาลวิชาชีพ

การทดสอบการใช้งานที่โรงพยาบาลศูนย์ลำปาง แผนกอายุรกรรมชาย 2 ได้ดำเนินการใช้งานเครื่องเขี่ยยาฉีดโดยพยาบาลจำนวน 23 คน ตั้งแต่วันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2555 ถึงวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2555 รวมเป็นเวลา 10 วัน มีการใช้งานเครื่องเขี่ยยาฉีดไม่น้อยกว่า 5 ครั้งต่อวัน ในการเก็บผลทดสอบมีการสัมภาษณ์สอบถามขณะทำการทดสอบการใช้ มีแบบบันทึกผลการใช้งานโดยพยาบาลผู้ใช้ และแบบสอบถามแสดงความคิดเห็นความพึงพอใจ จำนวน 23 ชุด และมีผลวิเคราะห์จากแบบสอบถามแสดงความคิดเห็นความพึงพอใจ จำนวนสองตอนและผลบันทึกการใช้งาน

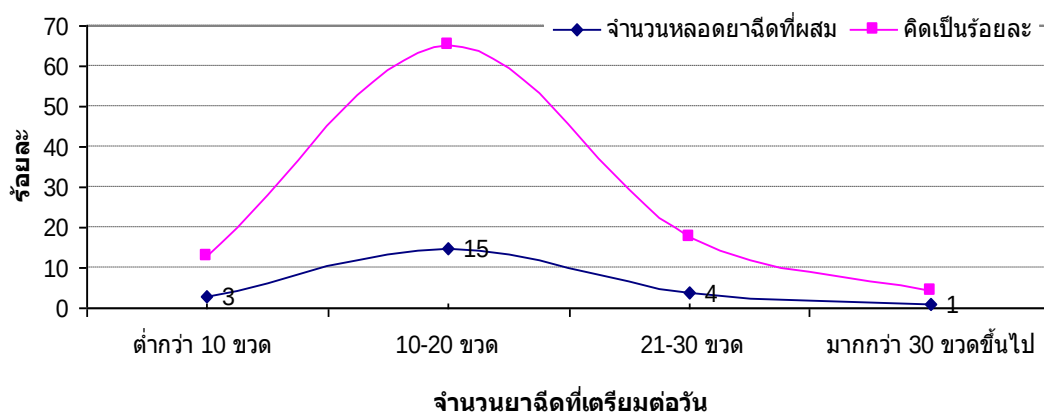
ตอนที่ 1 สอบถามสถานภาพการปฏิบัติงานทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. ประสบการณ์ในการทำงานด้านพยาบาล ผลจากวิเคราะห์ดังภาพที่ 9
2. จำนวนยาฉีดเฉลี่ยที่ต้องผสมต่อวัน (หลอด) ผลจากวิเคราะห์ดังภาพที่ 10
3. ในหนึ่งวันมีการเตรียมยาฉีดโดยเฉลี่ยกี่ครั้งต่อวัน ผลจากวิเคราะห์ดังภาพที่ 11
4. ขนาดของยาฉีดที่ต้องผสม ผลจากวิเคราะห์ดังภาพที่ 12
5. ตำแหน่งหน้าที่ที่ปฏิบัติ ผลจากวิเคราะห์ดังภาพที่ 13



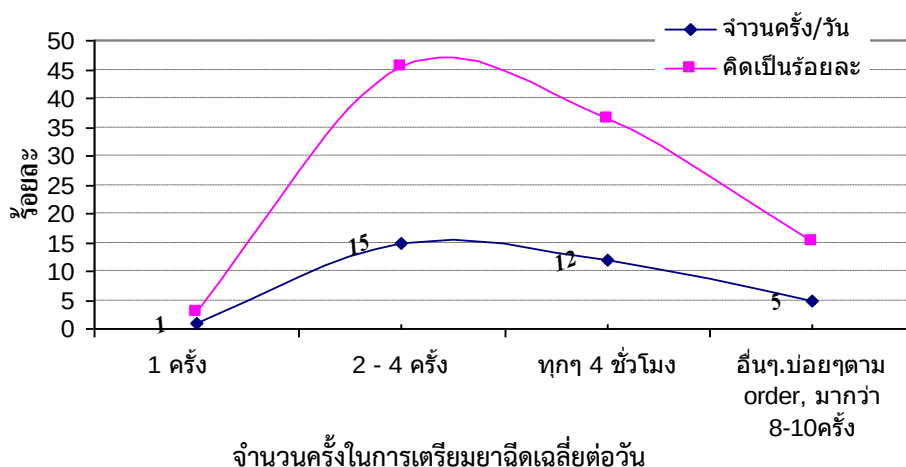
ภาพที่ 9 ประสบการณ์ในการทำงานด้านพยาบาล

ประสบการณ์ในการทำงานด้านพยาบาลมีจำนวนมากที่สุดคือ 10 - 15 ปี จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 47.83 รองลงมา ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 21.74 5 - 10 ปี จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 17.39 และมีจำนวนน้อยสุด มากกว่า 15 ปีขึ้นไป จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 13.04



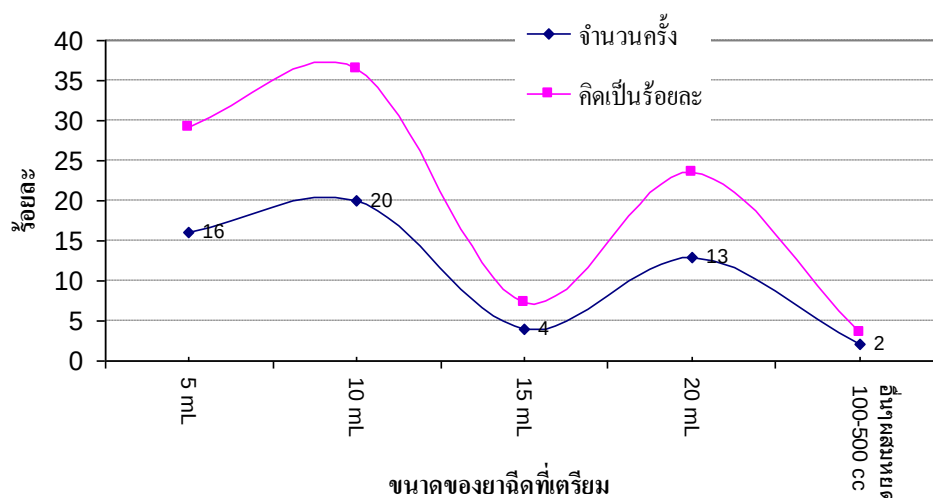
ภาพที่ 10 จำนวนยาฉีดเฉลี่ยที่เตรียมต่อวัน

จำนวนยาฉีดเฉลี่ยที่ต้องผสมต่อวัน (หลอด) สูงสุด 10 - 20 ขวด คิดเป็นร้อยละ 65.22 รองลงมา 21 - 30 ขวด คิดเป็นร้อยละ 17.39 ต่ำกว่า 10 ขวด คิดเป็นร้อยละ 13.04 และน้อยที่สุด มากกว่า 30 ขวดขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 4.35



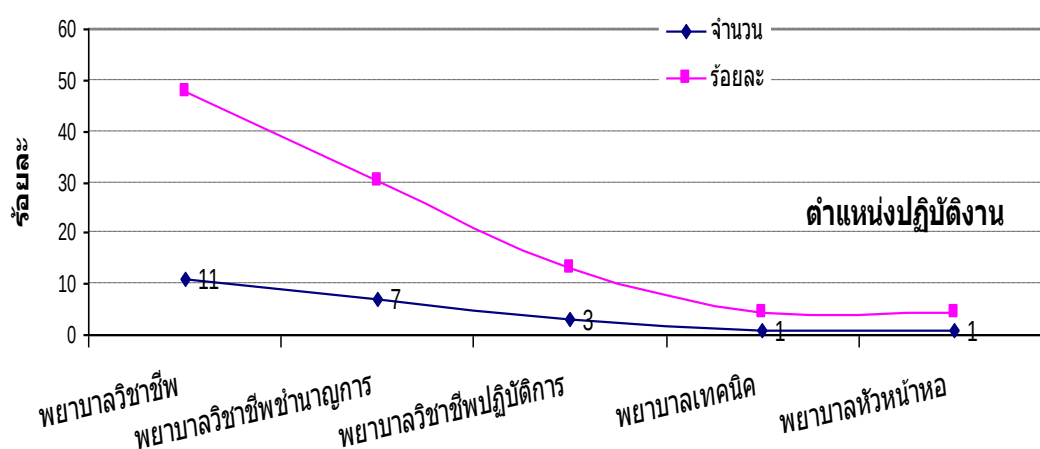
ภาพที่ 11 จำนวนครั้งในการเตรียมยาฉีดเฉลี่ยต่อวัน

ในหนึ่งวันมีการเตรียมยาฉีดโดยเฉลี่ยกี่ครั้งต่อวัน สูงสุด 2 - 4 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 45.45 รองลงมา ทุก ๆ 4 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 36.36 อื่น ๆ (บ่อย ๆ ตาม order) มากกว่า 8 - 10 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 15.15 และน้อยที่สุด 1 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 3.03



ภาพที่ 12 ขนาดของยาฉีดที่ต้องเตรียม

ขนาดของยาฉีดที่ต้องเตรียมมากที่สุดขนาด 10 มิลลิลิตร คิดเป็นร้อยละ 36.36 รองมาเป็นขนาด 5 มิลลิลิตร คิดเป็นร้อยละ 29.09 ขนาด 20 มิลลิลิตร คิดเป็นร้อยละ 23.64 ขนาด 15 มิลลิลิตร คิดเป็นร้อยละ 7.27 และน้อยที่สุดคือ อื่น ๆ ได้แก่ ผสมใช้หัด 100 - 500 ซีซี คิดเป็นร้อยละ 3.64



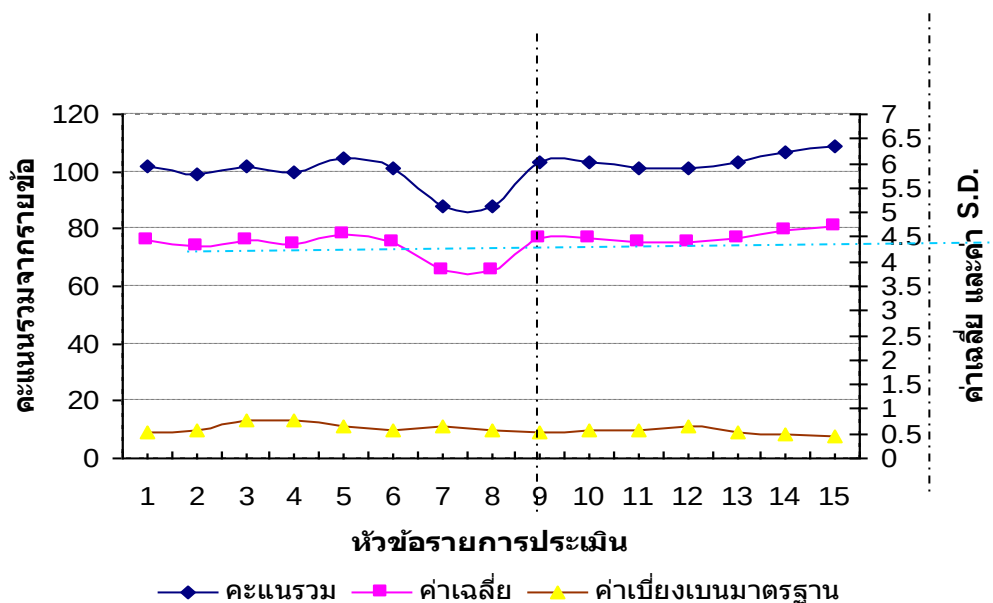
ภาพที่ 13 ตำแหน่งหน้าที่ที่ปฏิบัติ

ตำแหน่งหน้าที่ที่ปฏิบัติประกอบด้วย พยาบาลวิชาชีพจำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 47.83 พยาบาลวิชาชีพชำนาญการจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 30.43 พยาบาลวิชาชีพปฏิบัติการจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 13.04 พยาบาลเทคนิคจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 4.35 พยาบาลหัวหน้าหอผู้ป่วยจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 4.35

ตอนที่ 2 สอบถามความคิดเห็น/ความพึงพอใจต่อการใช้งานเครื่องเขย่าขวดยาฉีดต้นแบบ

โดยสอบถามในหัวข้อต่อไปนี้

1. จำนวนช่องบรรจุขวดยาของเครื่องเขย่ายาฉีดที่จัดเตรียมไว้ มีความเหมาะสมกับจำนวนยาที่ต้องทำการผสมในแต่ละครั้ง
 2. ขนาดของช่องบรรจุขวดยา มีความเหมาะสมกับขนาดขวดยาที่ใช้
 3. ท่านคิดว่าเครื่องต้นแบบเขย่ายาฉีด สามารถอำนวยความสะดวกและช่วยลดระยะเวลาในการเขย่ายาฉีดด้วยมือได้
 4. เครื่องเขย่ายาฉีดต้นแบบ ช่วยให้การจัดเตรียมยาฉีด ทำได้รวดเร็วและทันเวลาต่อการใช้งาน
 5. การเตรียมยาโดยใช้เครื่องเขย่าขวดยา ทำให้ยาสามารถผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกันได้ดีกว่าการเขย่าด้วยมือ
 6. การตั้งเวลาการเขย่าของเครื่องเขย่าขวดยา มีความยืดหยุ่นสามารถเลือกได้อย่างเหมาะสมกับการเตรียมยาแต่ละประเภท
 7. ความดังของเครื่องเขย่ายาฉีด ขณะทำงานไม่ก่อความรำคาญและรบกวนต่อผู้ป่วย
 8. ขนาดของเครื่องเขย่ายาฉีด มีความเหมาะสมต่อการใช้งานและการเคลื่อนย้ายสะดวก
 9. เครื่องเขย่ายาฉีดช่วยสนับสนุนทำให้การทำงานและกิจกรรมของการบริการดีขึ้น
 10. เครื่องเขย่ายาฉีดสามารถใช้งานได้สะดวกและเกิดความคล่องตัวในการปฏิบัติงาน
 11. เครื่องเขย่ายาฉีดที่ออกแบบ มีความสวยงามน่าดูน่าใช้และมีความสะดวกในการเก็บและการบำรุงรักษา
 12. เครื่องเขย่ายาฉีดต้นแบบมีความปลอดภัยขณะใช้งาน
 13. เครื่องเขย่ายาฉีดออกแบบสอดคล้อง และสามารถใช้งานได้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์กับความต้องการของผู้ใช้งาน
 14. คุณภาพของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ทำเครื่องเขย่าขวดยาฉีดมีความเหมาะสม
 15. ความพึงพอใจของท่านที่มีต่อเครื่องเขย่าขวดยาฉีดต้นแบบ
- ผลจากการวิเคราะห์ดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 ผลการวิเคราะห์ประเมินความพึงพอใจการใช้งานเครื่องเขี่ยยาฉีดยาโดยพยาบาลวิชาชีพ

โดยเมื่อพิจารณาข้อมูลพบว่าที่มีค่าเฉลี่ยพึงพอใจในระดับมากที่สุด คือ ความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องเขี่ยยาฉีดยาฉีดยาแบบ ($\bar{x} = 4.74$) และรองลงมาคือ คุณภาพของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ทำเครื่องเขี่ยยาฉีดยาฉีดยาที่มีความเหมาะสม ($\bar{x} = 4.65$) และมากที่สุดอันดับสามคือ การเตรียมยาโดยใช้เครื่องเขี่ยยาฉีดยา ทำให้ยาสามารถผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกันได้ดีกว่าการเขี่ยด้วยมือ ($\bar{x} = 4.57$)

ส่วนผลค่าเฉลี่ยพึงพอใจในระดับมาก คือ เครื่องเขี่ยยาฉีดยาฉีดยาสามารถใช้งานได้สะดวก และเกิดความคล่องตัวในการปฏิบัติงาน และช่วยสนับสนุนทำให้การทำงานและกิจกรรมของการบริการดีขึ้นรวมทั้งการออกแบบเครื่องเขี่ยยาฉีดยาฉีดยา สอดคล้องและสามารถใช้งานได้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์กับความต้องการของผู้ใช้งาน ($\bar{x} = 4.48$) นอกจากนี้ จำนวนช่องบรรจุขวดยาของเครื่องเขี่ยยาฉีดยาที่จัดเตรียมไว้ มีความเหมาะสมกับจำนวนยาที่ต้องทำการผสมในแต่ละครั้ง และเครื่องต้นแบบเขี่ยยาฉีดยาสามารถอำนวยความสะดวก และช่วยลดระยะเวลาในการเขี่ยยาฉีดยาด้วยมือได้ ($\bar{x} = 4.43$) การตั้งเวลาการเขี่ยของเครื่องเขี่ยยาฉีดยา มีความยืดหยุ่นสามารถเลือกได้อย่างเหมาะสมกับการเตรียมยาแต่ละประเภท และเครื่องมีความปลอดภัยขณะใช้งาน การออกแบบมีความสวยงามน่าดูน่าใช้และความสะดวกในการเก็บและการบำรุงรักษา ($\bar{x} = 4.39$) และเครื่องเขี่ยยาฉีดยาฉีดยาแบบ ช่วยให้การจัดเตรียมยาฉีดยาทำได้รวดเร็วและทันเวลาต่อการใช้งาน รวมทั้งขนาดของช่องบรรจุขวดยามีความเหมาะสมกับขนาดขวดยาที่ใช้ ($\bar{x} = 4.30$) ความดังของเครื่องเขี่ยยาฉีดยาฉีดยาขณะทำงาน ไม่ก่อความรำคาญและรบกวนต่อผู้ป่วย และขนาดของเครื่องเขี่ยยาฉีดยาฉีดยา มีความเหมาะสมต่อการใช้งานและการเคลื่อนย้ายสะดวก ($\bar{x} = 3.83$)

4.5 ผลการทดสอบใช้งานเครื่องเขย่าขวดยาฉีดต้นแบบโดยพยาบาลวิชาชีพ

ผลบันทึกของพยาบาลผู้ใช้งาน จำนวน 10 ครั้ง รวมขวดยาฉีดจำนวน 131 ขวด แบ่งเป็น ขนาด 10 ซีซี 82 ขวด คิดเป็นร้อยละ 62.6 และขวดขนาด 20 ซีซี จำนวน 49 ขวด คิดเป็นร้อยละ 37.4 และจากการบันทึกผลพบว่าเครื่องเขย่าขวดยาฉีดสามารถใช้ผสมยาฉีดได้ โดยใช้ความเร็ว ในการเขย่า ที่ระดับความเร็ว 4 เป็นเวลา 1 - 2 นาที ยาจะสามารถละลายได้หมดและในยาบางตัวที่ละลายยากอาจ ต้องใช้ที่ความเร็ว ระดับ 5 และใช้เวลา 2 นาที จึงละลายได้หมด ส่วนในระดับความเร็วที่ 1 2 และ 3 จะละลายยาได้ไม่หมด และจากการสัมภาษณ์พยาบาล ผู้ทดสอบใช้เครื่องให้ความเห็นไปในทิศทาง เดียวกันว่าสามารถใช้งานได้ดีและช่วยในการผสมยาได้รวดเร็วขึ้น และมีความสะดวกในการใช้ ทำให้มี เวลาในการเตรียมยาฉีดตลอดแก้วและจัดเตรียมภารกิจอื่นได้



ภาพที่ 15 การใช้งานเครื่องเขย่าขวดยาฉีด ณ โรงพยาบาลศูนย์ลำปาง แผนกอายุรกรรมชาย 2

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ ได้ออกแบบและสร้างเครื่องเขย่าขวดยาฉีดต้นแบบ ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่อง เขย่าขวดยาฉีดต้นแบบชนิดเคลื่อนที่ในแนวราบ โดยใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการทำงานของ มอเตอร์ และช่วยในการตั้งเวลา โดยเครื่องเขย่าขวดยาฉีดที่ออกแบบสร้างขึ้นมีขนาด $350 \times 340 \times 150$ มิลลิเมตร น้ำหนัก 8 กิโลกรัม บรรจุขวดยาฉีดได้ 19 ขวด ซึ่งทดสอบการทำงานของเครื่องเขย่า ขวดยาฉีดต้นแบบ คือ ทดสอบหาร้อยละคลาดเคลื่อนตั้งเวลาในการเขย่า 11 ช่วงพบว่าค่าคลาดเคลื่อน เฉลี่ยในภาพรวมมีค่าเท่ากับร้อยละ -0.69 โดยมีค่าคลาดเคลื่อนสูงสุดร้อยละ -1.00 คือช่วง 1 นาที และ 2 นาที ผลทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับความดังเสียงคือระดับความเร็วเข้าสู่สุดถึงเร็ว สูงสุดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 117 - 498 rpm และความดังเสียงอยู่ระหว่าง 64 - 80 dB (A) และจาก บันทึกการใช้โดยพยาบาลวิชาชีพ พบว่า สามารถละลายผงยาได้หมดที่ความเร็วระดับ 4 และ 5 โดยใช้เวลา 1 และ 2 นาที ผลวิเคราะห์จากแบบสอบถาม พบว่ามีความพึงพอใจ ต่อเครื่องเขย่าขวด ยาฉีดในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.74$) และรองลงมาคือการเตรียมยาโดยใช้เครื่องเขย่าขวดยา ทำให้ยา สามารถผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกันได้ดีกว่าการเขย่าด้วยมือ ($\bar{x} = 4.57$)

6. กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากทุนวิจัยของมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ขอขอบคุณ ทุกท่านที่มีส่วนร่วมช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลง

7. บรรณานุกรม

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โรงเรียนเมืงรายมหาราชวิทยาคุม. **สถานะของสาร**. [ออนไลน์].

แหล่งที่มา: <http://tc.mengrai.ac.th/sinuan/link/sann1/c1.htm>

สืบค้นเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2554

ธนรรจ์ รัตนโชติพานิช. **ระบบงานผสมยาฉีดที่ให้ทางหลอดเลือดดำ (Intravenous Admixture System)**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://cyberclass.msu.ac.th/cyberclass/_cyberclass.../IV%20admixture_181f.doc

สืบค้นเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2554.

ปณิตา สิงห์แก้ว. **รายงานการประชุมวิชาการ Intravenous Admixture Incompatibility**.

[ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://board.212cafe.com/view.php?user=thecrow&id=2289> สืบค้นเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2554.

สุริพร จิตต์เชื้อ. **ตัวอย่างระดับความดังของเสียง**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา:

http://www.thaigoodview.com/library/sema/sukhothai/sureeporn_j/toxic/sec03p02.htm สืบค้นเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2554.

สำนักพิมพ์แม็ค. **สารละลาย**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.maceducation.com/e-knowledge/2412212100/13.htm>

สืบค้นเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2554

Elkin MK, Perry AG, Potter PA, “**Nursing Interventions and Clinical skill Mosby**”, 1996.

J&S safety supply. **มาตรฐานและกฎหมายเสียงดังในที่ทำงาน**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา:

<http://www.js-safety.com/?ContentID=ContentID-080901112114764> สืบค้นเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2554.

Physics191. **การวัดและความผิดพลาด**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา:

<http://phy.sci.tsu.ac.th/th/std/supradit/Physics191> สืบค้นเมื่อ 15 พฤษภาคม 2553.

Potter PA, Perry AG, “**Basic Nursing Theory and Practice 3rd ed**”, Mosby, 1995.