นิพนธ์ต้นฉบับ ▪ Original Article

ประสิทธิภาพและความปลอดภัยของระบบการจ่ายยาด้วยเครื่องจัดยาอัตโนมัติและอิเล็กทรอนิกส์จัดมือในผู้ป่วยในที่โรงพยาบาลศรีนครินทร์

เพียงเพ็ญ ชนาเทพาพร
งานเภสัชกรรม โรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Efficacy and Safety of Dispensing System by Pharmacy Robot and Handset Electronic Picking in Hospitalized Patients at Srinagarind Hospital

Piangpen Chanatepaporn
Pharmacy department, Srinagarind Hospital , Faculty of Medicine, Khon Kaen University
E-mail: piangpenc@gmail.com

Received: 17 October 2019
Accepted: 25 March 2020

หลักการและวัตถุประสงค์: โรงพยาบาลศรีนครินทร์นำเครื่องเทคโนโลยีมาช่วยจัดยาผู้ป่วยใน การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพและความปลอดภัยของการจ่ายยาโดยการใช้เครื่องจ่ายยาอัตโนมัติและอิเล็กทรอนิกส์จัดมือในผู้ป่วยใน
วิธีการศึกษา: การศึกษาเชิงพรรณนาแบบย้อนหลัง โดยศึกษาปริมาณใบสั่ง ขนานยา ระยะเวลารอคอย และ ความคลาดเคลื่อนในการจ่ายยา ก่อนและหลังลงระบบ โดยระบบดังกล่าวนำมาใช้สำหรับจัดยาของใบสั่งยาต่อเนื่อง และรายการยาเสพติดให้โทษประเภท 2 และยาวัตถุออกฤทธิ์ต่อจิตประสาทประเภท 2 แต่ใบสั่งยาประเภทอื่นๆ ยังคงใช้วิธีจัดยาด้วยมือ โดยวิเคราะห์ในภาพรวมและจำแนกตามประเภทใบสั่งยา
ผลการศึกษา: ระยะเวลารอคอยโดยภาพรวมเฉลี่ยก่อนและหลังลงระบบเท่ากับ 15.9 นาที และ 15.5 นาทีต่อใบสั่งยา และไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อจำแนกตามประเภทใบสั่งยา แม้ว่าระยะเวลารอคอยเฉลี่ยของใบสั่งยาต่อเนื่องเพิ่มขึ้นร้อยละ 21.5 (0.7 vs. 0.8 นาที) และมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) แต่ระยะเวลารอคอยในขั้นตอนจัดยาไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างในขั้นตอนการตรวจสอบยาโดยเภสัชกร เนื่องจากมีรายการยาที่ใช้ต่อเนื่องเพิ่มขึ้น ร้อยละ 51.4 (666,888 vs. 1,009,667 ขนานยา) และมีการเปลี่ยนแปลงระบบการกระจายยาแบบ 3 วัน เป็น 1 วัน แต่สามารถลดระยะเวลาของพยาบาลในการเตรียมยาเป็นมื้อให้แก่ผู้ป่วย ระยะเวลารอคอยของใบสั่งยาด่วนลดลงร้อยละ 14.4 (14.9 vs. 12.8 นาที) และมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) สำหรับใบสั่งยาประเภทอื่นๆ ไม่พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อัตราความคลาดเคลื่อนในการจ่ายยาลดลงร้อยละ 51.1 เมื่อวิเคราะห์ในหน่วยใบสั่งยา และลดลงร้อยละ 52.3 เมื่อวิเคราะห์ในหน่วยขนานยา และมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยเฉพาะใบสั่งยาต่อเนื่อง

Background and Objective: The technology machines was used for filling the medicines for hospitalized patients at Srinagarind Hospital. The objective of this study was to evaluate efficacy and safety of dispensing system by pharmacy robot and handset electronic picking.
Methods: This was a retrospective descriptive study. Drug prescriptions, dispensing items, waiting time, and dispensing errors were compared between before and after implementation of the robotic medicine and handset electronic picking for continued order items, narcotics and psychotropics category 2 items while other items were filled manually for hospitalized patients.
Results: Mean waiting time for overall prescriptions was not significantly different between pre- and post-intervention (15.9 vs. 15.5 minutes per prescription). The mean waiting time for continued order prescriptions significantly increased 21.5% (0.7 vs. 0.8 minutes per item). The increased waiting time for continued order items occurred in the process of pharmacist checking since the continued order items increased 51.4% in the post- intervention period (666,888 vs. 1,009,667 items) and drug distribution system was changed from three days dose to one day dose which led to decreasing time for nurse to prepare medications for patients. The mean waiting time for stat order item significantly decreased 14.4% (14.9 vs. 12.8 min-

สามารถลดความคลาดเคลื่อนได้มากสุด (ร้อยละ 77) ระดับความรุนแรงของความคลาดเคลื่อนในการจ่ายยา ระดับความรุนแรง B ลดลงร้อยละ 50.3 และ ระดับความรุนแรง C ลดลงร้อยละ 89.1 เมื่อวิเคราะห์ในหน่วยขนานยา

สรุป: การนำเครื่องจัดยาเม็ดอัตโนมัติและอิเล็กทรอนิกส์จัดมือมาช่วยในการจัดยาผู้ป่วยใน ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของการบริการจ่ายยาผู้ป่วยใน ลดความคลาดเคลื่อนการจ่ายยา ส่งผลให้ผู้ป่วยปลอดภัยในการใช้ยามากขึ้น

คำสำคัญ: เครื่องจัดยาอัตโนมัติ, อิเล็กทรอนิกส์จัดมือ, หุ่นยนต์จัดยา

utes per item). For other subtype of prescription, no significant change of waiting time was found. Dispensing error significantly decreased 51.1% of prescriptions or 52.3% of items. The largest decrease in dispensing error was found in continued order items (77% decreased). Dispensing errors with severity category B and C decreased 50.3% and 89.1% of items.

Conclusions: Implementation of pharmacy robot and handset electronic picking of drug dispensing improved efficacy, dispensing errors, and patient safety for hospitalized patients.

Keywords: Pharmacy robot, Handset electronic picking, Robotic medicine

ศรีนครินทร์เวชสาร 2563; 35(3): 311-319. ● Srinagarind Med J 2020; 35(3): 311-319.

บทนำ

ระบบการจัดการด้านยาในโรงพยาบาล มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความปลอดภัยของผู้ป่วย ตามมาตรฐานโรงพยาบาลและบริการสุขภาพตอนที่ II-6 ระบบการจัดการด้านยาครอบคลุมถึงการจัดการระบบการกระจายยาที่เอื้อต่อการป้องกันการเกิดความคลาดเคลื่อนทางยา[1] โดยสาเหตุของความคลาดเคลื่อนทางยาแบ่งได้เป็น 2 ประเด็น คือ เชิงบุคคล และ เชิงระบบ ซึ่งเชื่อว่าการป้องกันความผิดพลาดไม่ใช่เพียงการเปลี่ยนพฤติกรรมมนุษย์ แต่ควรเปลี่ยนสิ่งแวดล้อมหรือระบบงาน ความคลาดเคลื่อนทางยาพบได้ทุกขั้นตอนของกระบวนการใช้ยา เช่น การสั่งยา การจัด-จ่ายยา และการส่งมอบยา ซึ่งแนวทางการลดความคลาดเคลื่อนทางยา เช่น การใช้เทคโนโลยีมาช่วยในกระบวนการจัดเตรียมยาหรือกระจายยา การปรับปรุงระบบและสิ่งแวดล้อมในการทำงาน การเปลี่ยนแปลงความเชื่อและวัฒนธรรมขององค์กร[2] ซึ่งระบบการจ่ายยาสำหรับผู้ป่วยในควรจำกัดปริมาณให้เพียงพอแก่การใช้ยาภายใน 24 ชั่วโมง หากมีความจำเป็นในระยะแรกที่ต้องจ่ายยามากกว่า 1 วัน จะต้องไม่เกิน 3 วัน และควรกำหนดวงรอบที่ชัดเจนของแต่ละหอผู้ป่วย เพื่อให้การกระจายยาเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ควรพิจารณาระบบการกระจายยาแบบหนึ่งหน่วยขนาดใช้ (unit dose) เป็นหลักในการพัฒนากระบวนการจ่ายยาผู้ป่วยใน และควรมีระบบการตรวจสอบข้ามเพื่อลดปัญหาความคลาดเคลื่อนในการใช้ยา[3]

จากนโยบาย “ไทยแลนด์ 4.0” หรือการขับเคลื่อนประเทศไทย โดยการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดิจิทัลในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน นวัตกรรม ข้อมูล รวมถึงทรัพยากรมนุษย์ โรงพยาบาลศรีนครินทร์ได้ตระหนักถึงความสำคัญของนโยบายดังกล่าว จึงปรับระบบการบริการหลาย ๆด้าน โดยเฉพาะการบริการจ่ายยาผู้ป่วยในด้วยการนำเครื่องจัดยาอัตโนมัติมาช่วยจัดยาผู้ป่วยใน เพื่อก้าวสู่การเป็น “ศรีนครินทร์ 4.0” ซึ่งการจัดยาอัตโนมัติในต่างประเทศได้มีการนำมาใช้ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1960[4] ในขณะที่ประเทศไทยเริ่มตื่นตัวนำมาใช้ในโรงพยาบาลต่าง ๆ จากการประชุมกลางปีของ American Society of Health-System Pharmacists (ปี ค.ศ 1990) ได้ยอมรับการนำเครื่องจักรกลมาใช้ในการจ่ายยาแบบหนึ่งหน่วยใช้ ระบบนี้คาดว่าสามารถลดความคลาดเคลื่อนการจ่ายยาและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน อย่างไรก็ตามยังมีการศึกษาค่อนข้างน้อยถึงประโยชน์จากการใช้เครื่องจัดยาอัตโนมัติ[5]

โรงพยาบาลศรีนครินทร์เป็นโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยระดับตติยภูมิ 1,200 เตียง มีระบบการกระจายแบบ 1 วัน ในหอผู้ป่วยระยะวิกฤต หอผู้ป่วยระยะกึ่งวิกฤตยา และ หอผู้ป่วยอายุรกรรม (18 หอผู้ป่วย) ส่วนหอผู้ป่วยอื่น ๆ มีระบบการกระจายยาแบบ 3 วัน หลังจากที่โรงพยาบาลได้ลงทุนพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีการเชื่อมต่อข้อมูลทั้งโรงพยาบาล ดังนั้นผู้บริหารจึงมีนโยบายนำเทคโนโลยีเครื่องจัดยาอัตโนมัติเข้ามาช่วยในการจัดจ่ายยาผู้ป่วยใน เพื่อให้เป็นมาตรฐานของระบบยาคุณภาพและมีความปลอดภัยมากขึ้น งานเภสัชกรรมได้นำร่องการใช้เครื่องจัดยาเม็ดอัตโนมัติและตู้กึ่งจัดมืออัตโนมัติแบบอิเล็กทรอนิกส์ (ตู้ Light emitting diode, LED) มาช่วยจัดยาสำหรับใบสั่งยาต่อเนื่อง ส่วนใบสั่งยาด่วน ใบสั่งยาเริ่มแรก และใบสั่งยากลับบ้าน ยังใช้ระบบการจัดมือเช่นเดิม ยกเว้นรายการยาเสพติดให้โทษประเภท 2 และยาวัตถุออกฤทธิ์ต่อจิตประสาทประเภท 2 จะจัดยาด้วยตู้ยาบริหารความเสี่ยงสูงแบบอิเล็กทรอนิกส์ (ตู้ High alert drug, HAD) ทุกประเภทของใบสั่งยา ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและความปลอดภัยของการจ่ายยาเมื่อนำเครื่องจัดยาเม็ดอัตโนมัติและตู้กึ่งจัดมืออัตโนมัติแบบอิเล็กทรอนิกส์มาใช้สำหรับการจัดยาผู้ป่วยในโดยเปรียบเทียบก่อนและหลังดำเนินการ

วิธีการศึกษา

เป็นการศึกษาเชิงพรรณนาแบบย้อนหลัง (retrospective descriptive study) โดยศึกษา ระยะเวลารอคอย และความคลาดเคลื่อนในการจ่ายยา โดยเปรียบเทียบก่อน (ระหว่าง

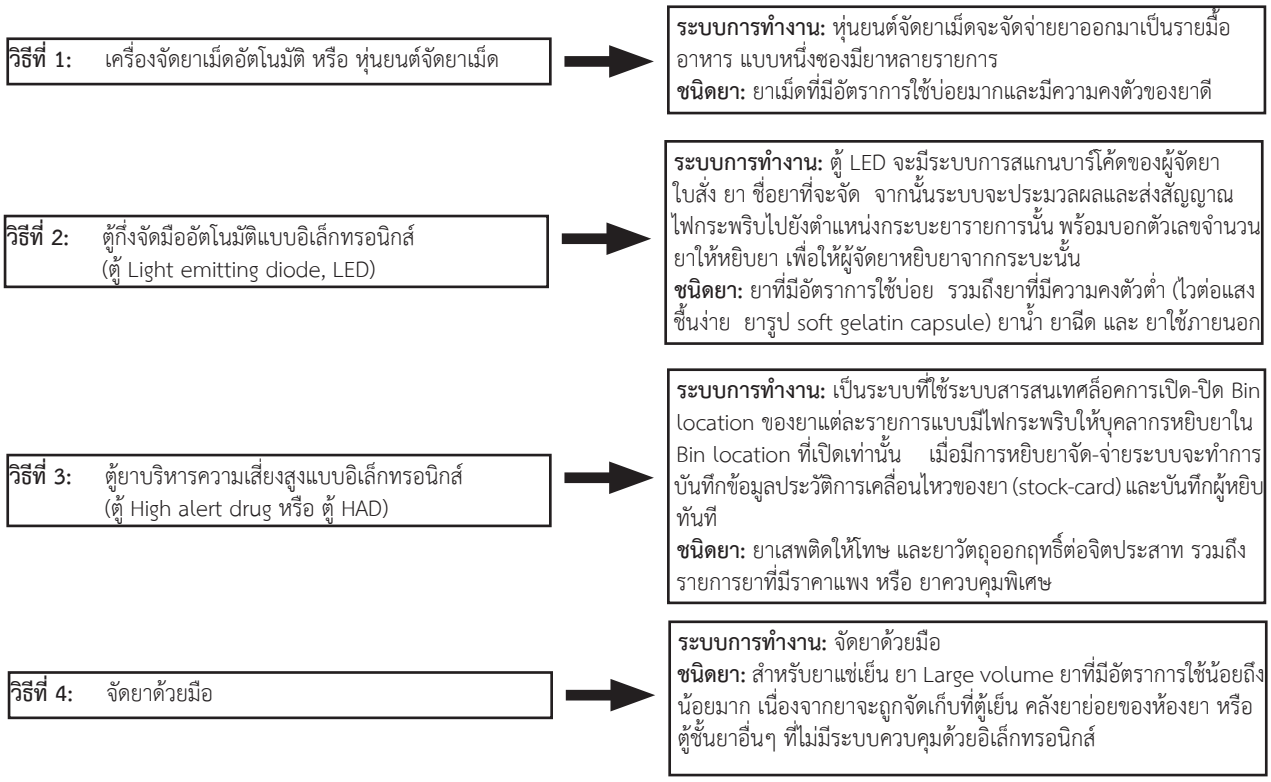
วันที่ 1 ตุลาคม 2559 ถึง 30 กันยายน 2560) และ หลัง (ระหว่าง วันที่ 1 กรกฎาคม 2561 ถึง วันที่ 30 มิถุนายน 2562) การนำเครื่องจัดยาเม็ดอัตโนมัติและตู้กึ่งจัดมืออัตโนมัติแบบอิเล็กทรอนิกส์มาใช้สำหรับการจัดยาผู้ป่วยใน ณ ห้องจ่ายยา โรงพยาบาลศรีนครินทร์

เนื่องจากใน 1 ใบสั่งยา มียาหลายรายการ ซึ่งอาจมีชนิดยาที่จัดด้วยวิธีที่แตกต่างกัน ดังนั้น ในการจัดยาแต่ละใบสั่งยาจึงมีระบบการจัดยาแบบผสมผสานด้วย 4 วิธี ขึ้นอยู่กับชนิดของยา ประกอบด้วย วิธีที่ 1: เครื่องจัดยาเม็ดอัตโนมัติ หรือ หุ่นยนต์จัดยาเม็ด วิธีที่ 2: ตู้กึ่งจัดมืออัตโนมัติแบบอิเล็กทรอนิกส์ (ตู้ Light emitting diode, LED) วิธีที่ 3: ตู้ยาบริหารความเสี่ยงสูงแบบอิเล็กทรอนิกส์ (ตู้ High alert drug หรือ ตู้ HAD) และวิธีที่ 4: จัดยาด้วยมือ (รูปที่ 1)

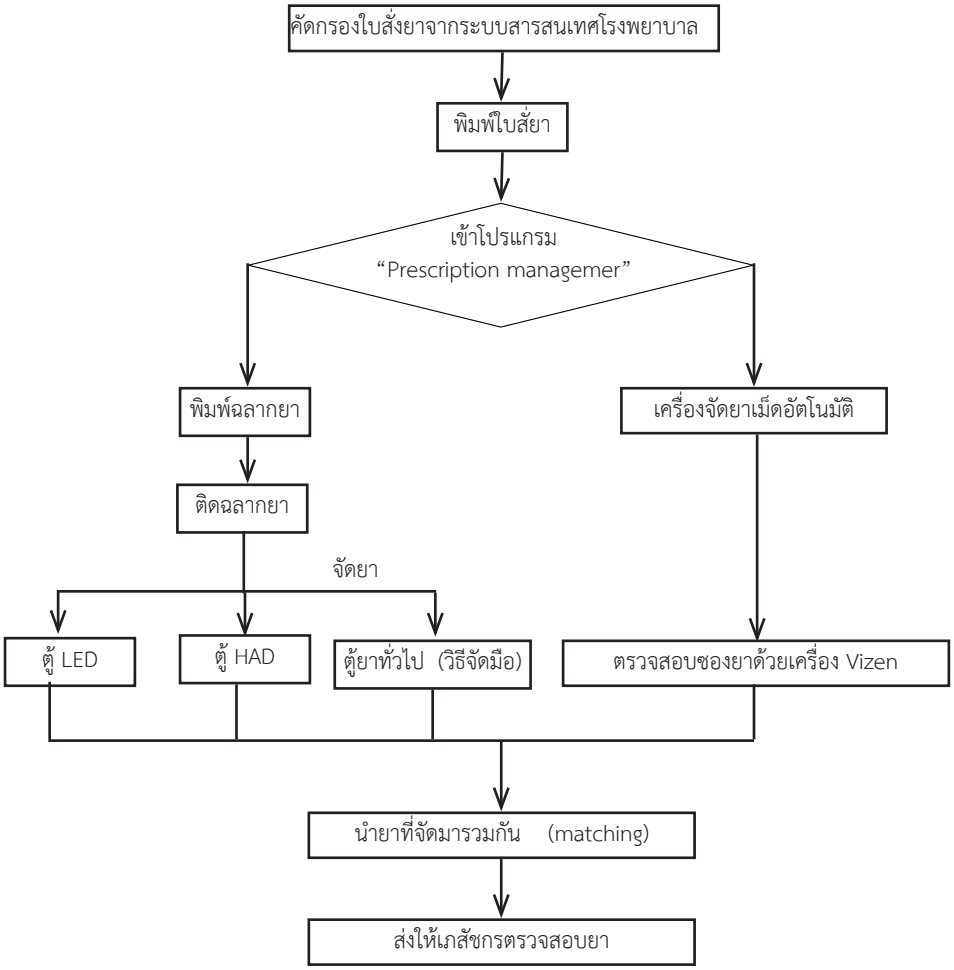
ระบบการจัดจ่ายยาสำหรับใบสั่งยาต่อเนื่อง เริ่มด้วยการคัดกรองคำสั่งแพทย์ในระบบสารสนเทศโรงพยาบาล จากนั้นทำการยืนยันรายการยาที่ต้องการจัดจ่าย ซึ่งระบบสารสนเทศโรงพยาบาลจะทำการพิมพ์ใบสั่งยาและส่งข้อมูลไปยังโปรแกรม “Prescription manager” ที่ทำหน้าที่แยกรายการยาเข้าสู่การจัดยาด้วยวิธีต่างๆ ได้แก่ 1) กรณีรายการยาที่จัดเก็บในเครื่องจัดยาเม็ดอัตโนมัติ จะมีการส่งข้อมูลไปสั่งให้เครื่องจัดยา โดยจะออกมาเป็นสายรายการยาที่มีลักษณะเป็นซองยาแต่ละมื้อเวลาการให้ยา โดยหน้าซองยาจะพิมพ์รายละเอียด ชื่อผู้ป่วย รายการยาที่บรรจุ และ จำนวนยาที่รับประทานต่อมื้อการให้ยาเวลาการบริหารยา พร้อมคิวอาร์โค้ดเพื่อให้พยาบาลบริหารยา จากนั้นนำสายรายการยาผ่านเครื่องตรวจสอบซองยาด้วยระบบรูปภาพ (Vizen) โดยเครื่องนี้จะช่วยตรวจสอบความถูกต้องของยาด้วยระบบการตรวจสอบรูปร่าง ลักษณะ สีและขนาดของเม็ดยา 2) กรณีรายการยาอื่นที่ไม่จัดเก็บในเครื่องจัดยาเม็ดอัตโนมัติ จะทำการพิมพ์ฉลากยาเพื่อนำไปจัดยาตามตู้ต่างๆ โดยในฉลากยาจะบ่งชี้สถานที่เก็บยาของรายการยานั้นๆ 3) กรณียาเสพติดให้โทษประเภท 2 และยาวัตถุออกฤทธิ์ต่อจิตประสาทประเภท 2 จะจัดยาด้วยตู้ยาบริหารความเสี่ยงสูงแบบอิเล็กทรอนิกส์ (HAD) เมื่อจัดยาเสร็จจะนำตะกร้าไปจับคู่กับสายรายการยาที่ออกจากเครื่องจัดยาเม็ดอัตโนมัติ (matching) เพื่อส่งให้เภสัชกรตรวจสอบความถูกต้อง (รูปที่ 2)

ตัวแปรที่ศึกษา ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ อัตราการครองเตียง ปริมาณใบสั่งยาทั้งหมด ใบสั่งยาต่อเนื่อง (หมายถึง ใบสั่งยาที่แพทย์สั่งให้ผู้ป่วยได้รับยาอย่างต่อเนื่อง) ใบสั่งยาด่วน (หมายถึง ใบสั่งยาที่แพทย์สั่งให้ผู้ป่วยที่จำเป็นต้องได้รับยาอย่างเร่งด่วน) ใบสั่งยาเริ่มแรก (หมายถึง ใบสั่งยาที่แพทย์มีคำสั่งใช้ยาใหม่หรือเริ่มสั่งใช้ยาให้แก่ผู้ป่วย) และใบสั่งยากลับบ้าน (หมายถึง ใบสั่งยาที่แพทย์สั่งใช้ยาเมื่อผู้ป่วยจำหน่าย) และ ขนานยา โดยดึงข้อมูลจากระบบสารสนเทศโรงพยาบาล ส่วนจำนวนวันนอนได้จากรายงานของเวชระเบียน สำหรับประสิทธิภาพและความปลอดภัยของการจ่ายยา ประเมินจาก ระยะเวลารอคอย โดยเริ่มจากขั้นตอนคัดกรองใบสั่งยาจนถึงขั้นตอนการจ่ายยา และ ความคลาดเคลื่อนในการจ่ายยา ได้จากการรายงานของบุคลากรทางการแพทย์ ได้แก่ แพทย์ พยาบาล เภสัชกร และประเมินระดับความรุนแรงตาม National Coordinating Council of Medication Error Reporting and Prevention (NCC MERP)[6]

การวิเคราะห์ข้อมูล: ใช้โปรแกรม STATA version 10.1 ในการวิเคราะห์ ใช้สถิติการแจกแจง ความถี่ (จำนวนครั้ง) ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ร้อยละ และ อัตรา



รูปที่ 1 แสดงระบบการจัดยาแบบผสมผสานด้วย 4 วิธี (เนื่องจากใน 1 ใบสั่งยา มียาหลายรายการ ซึ่งอาจมีชนิดยาที่จัดด้วยวิธีที่แตกต่างกัน)



รูปที่ 2 กระบวนการจัดจ่ายยาหลังลงระบบสำหรับใบสั่งยาต่อเนื่อง

ความคลาดเคลื่อนการจ่ายยาต่อ 1,000 วันนอน ต่อ 1,000 ใบสั่งยา และ ต่อ 1,000 ขนานยา สถิติการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยใช้สถิติ independent sample T test สถิติเปรียบเทียบค่าสัดส่วนหรืออัตราใช้สถิติ proportion test (Z-test) โดย $p< 0.05$ ถือว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาพบว่าอัตราการครองเตียง และจำนวนวันนอนในช่วงหลังลงระบบ ลดลงร้อยละ 5.4 (75.5 vs. 71.5) และร้อยละ 5.6 (291,493 vs. 275,152 วัน) ตามลำดับ โดยลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ขณะที่ค่าเฉลี่ยปริมาณงานต่อเดือน ช่วงหลังลงระบบเพิ่มขึ้น โดยจำนวนใบสั่งยาเพิ่มขึ้นร้อยละ 19.7 (1,093,820 vs. 1,309,821 ใบสั่งยา) และจำนวนขนานยาเพิ่มขึ้นร้อยละ 22.7 (1,749,409 vs. 2,147,108 ขนานยา) ซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยเฉพาะใบสั่งยาต่อเนื่อง พบว่า หลังลงระบบมีจำนวนใบสั่งยาเพิ่มขึ้นร้อยละ 50.3 (441,184 vs. 663,136 ใบสั่งยา) และจำนวนขนานยาเพิ่มขึ้นร้อยละ 51.4 (666,888 vs. 1,009,667 ขนานยา) ซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ในขณะที่ใบสั่งยาอื่น ๆไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (ตารางที่ 1)

ก่อนลงระบบ ระยะเวลารอคอยโดยภาพรวมเฉลี่ย 15.9 ±1.3 นาทีต่อใบสั่งยา ช่วงหลังลงระบบ มีระยะเวลารอคอยภาพรวมเฉลี่ย 15.5±2.5 นาทีต่อใบสั่งยา และไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อพิจารณาแยกตามประเภทของใบสั่งยา พบว่าหลังลงระบบ ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยของใบสั่งยาต่อเนื่องเพิ่มขึ้นร้อยละ 21.5 (0.7 vs. 0.8 นาที) ซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ขณะที่ระยะเวลารอคอยของใบสั่งยาด่วนลดลงร้อยละ 14.4 (14.9 vs. 12.8 นาที) ซึ่งลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) สำหรับใบสั่งยาประเภทอื่นๆ ไม่พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1)

จากข้อมูลความคลาดเคลื่อนในการจ่ายยา พบว่า หลังลงระบบมีความคลาดเคลื่อนลดลงจาก 333 ครั้ง เป็น 195 ครั้ง โดยก่อนลงระบบ พบ ใบสั่งยาต่อเนื่องมากที่สุด ร้อยละ 56.5 (188 ครั้ง) รองลงมาคือ ใบสั่งยาเริ่มแรก ร้อยละ 28.2 (94 ครั้ง) แต่หลังลงระบบ พบ ใบสั่งยาเริ่มแรกมากที่สุด ร้อยละ 43.1 (84 ครั้ง) รองลงมาคือ ใบสั่งยาต่อเนื่อง ร้อยละ 32.8 (64 ครั้ง)

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราความคลาดเคลื่อนในการจ่ายยาก่อนและหลังลงระบบ พบว่า มีอัตราความคลาดเคลื่อนในการจ่ายยาลดลงร้อยละ 38 เมื่อวิเคราะห์ในหน่วยวันนอน (ลดลงจาก 1.142 เป็น 0.709 ครั้งต่อ 1,000 วันนอน) และลดลงร้อยละ 51.1 เมื่อวิเคราะห์ในหน่วยใบสั่งยา (ลดลง

จาก 0.304 เป็น 0.149 ครั้งต่อ 1,000 ใบสั่งยา) และ ลดลงร้อยละ 52.3 เมื่อวิเคราะห์ในหน่วยขนานยา (ลดลงจาก 0.190 เป็น 0.091 ครั้งต่อ 1,000 ขนานยา) ซึ่งลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยเฉพาะใบสั่งยาต่อเนื่องมีอัตราความคลาดเคลื่อนในการจ่ายยาลดลงร้อยละ 63.9 เมื่อวิเคราะห์ในหน่วยวันนอน (ลดลงจาก 0.645 เป็น 0.233 ครั้งต่อ 1,000 วันนอน) และลดลงร้อยละ 77.4 เมื่อวิเคราะห์ในหน่วยใบสั่งยา (ลดลงจาก 0.426 เป็น 0.097 ครั้งต่อ 1,000 ใบสั่งยา) และลดลงร้อยละ 77.5 เมื่อวิเคราะห์ในหน่วยขนานยา (ลดลงจาก 0.282 เป็น 0.063 ครั้งต่อ 1,000 ขนานยา) ซึ่งลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ในขณะที่ใบสั่งยาอื่น ๆไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (ตารางที่ 2 และ รูปที่ 3)

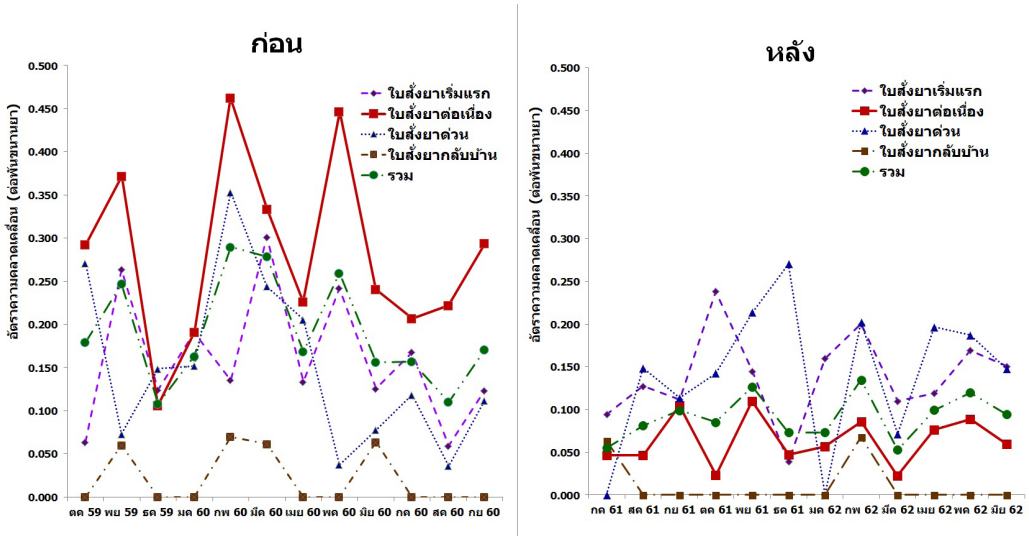
พบความคลาดเคลื่อนระดับความรุนแรง B (ความคลาดเคลื่อนที่ไม่มีผลกระทบต่อผู้ป่วยหรือไม่ถึงตัวผู้ป่วย) ลดลงร้อยละ 50.3 (จาก 0.176 เป็น 0.088 ครั้งต่อ 1,000 ขนานยา) ซึ่งลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) นอกจากนี้ยังพบระดับความรุนแรง C (ความคลาดเคลื่อนที่มีผลกระทบต่อผู้ป่วยแต่ไม่เกิดอันตราย) ลดลงร้อยละ 89.1 (จาก 0.009 เป็น 0.001 ครั้งต่อ 1,000 ขนานยา) ซึ่งลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ขณะที่ระดับความรุนแรง D (ความคลาดเคลื่อนที่จำเป็นต้องเริ่มการเฝ้าติดตามดูแลผู้ป่วย) ลดลงร้อยละ 59.3 (จาก 0.006 เป็น 0.002 ครั้งต่อ 1,000 ขนานยา) ซึ่งการลดลงนั้นไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (ตารางที่ 2)

เมื่อพิจารณาการจัดยาหลังลงระบบ พบว่า รายการยาถูกจัดด้วยมือมากที่สุด ร้อยละ 52.96 (1,137,194 ขนาน) รองลงมาคือ ตู้ LED ร้อยละ 33.13 (711,313 ขนาน) เครื่องจัดยาเม็ดอัตโนมัติ ร้อยละ 11.92 (255,969 ขนาน) และ ตู้ HAD ร้อยละ 1.99 (42,632 ขนาน)) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาแยกตามประเภทใบสั่งยา พบว่า รายการยาของใบสั่งยาต่อเนื่องถูกจัดด้วยตู้ LED มากที่สุด ร้อยละ 70.45 (711,313 ขนาน) รองลงมาคือ เครื่องจัดยาเม็ดอัตโนมัติ ร้อยละ 25.35 (255,969 ขนาน) จัดยาด้วยมือ ร้อยละ 4.18 (42,185 ขนาน) และตู้ HAD ร้อยละ 0.02 (200 ขนาน) ตามลำดับ สำหรับรายการยาในใบสั่งยาอื่นๆถูกจัดด้วย วิธีจัดยาด้วยมือ ร้อยละ 96.27 (1,095,009 ขนาน) และตู้ HAD ร้อยละ 3.73 (42,432 ขนาน)

วิจารณ์

ในช่วงก่อนและหลังลงระบบ พบว่ามีความแตกต่างในด้านปริมาณงาน โดยหลังลงระบบ มีอัตราการครองเตียงและจำนวนวันนอนลดลงประมาณร้อยละ 5 แต่มีปริมาณงาน (ใบสั่งยาและขนานยา) ของห้องจ่ายยาผู้ป่วยในเพิ่มขึ้นประมาณ ร้อยละ 19-22 ของใบสั่งยาและขนานยา โดยเฉพาะปริมาณงานใบสั่งยาต่อเนื่อง (ใบสั่งยาและขนานยา) เพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 50 เนื่องจากมีการเปลี่ยนระบบการกระจายยาแบบ 3 วัน (ก่อนลงระบบ) เป็น 1 วัน (ภายหลังลงระบบ) ทำให้ต้องจัดยาให้ผู้ป่วยในทุกคนทุกรายการยาที่ใช้ยาต่อเนื่อง ในขณะที่ก่อนลงระบบนั้นการจ่ายยาจะจ่ายทีละ 3 วัน ทำให้บางวันไม่ได้จ่ายยาบางรายการให้ผู้ป่วย หรือผู้ป่วยบางรายไม่มีการจ่ายยาจากห้องจ่ายยา เพราะมียาเหลือบนหอผู้ป่วย

หลังลงระบบพบว่าการทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากปริมาณงานที่เพิ่มขึ้น แต่ระยะเวลารอคอยการจ่ายยาในภาพรวมของทุกใบสั่งยาเท่าเดิม คือ ประมาณ 15 นาทีต่อใบสั่งยา แม้ว่าระยะเวลารอคอยของใบสั่งยาต่อเนื่องเพิ่มขึ้น แต่เมื่อพิจารณาเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน พบว่าระยะเวลารอคอยในขั้นตอนการจัดยาไม่แตกต่างจากก่อนลงระบบ เนื่องจากหลังลงระบบรายการยาต่อเนื่อง 1,009,667 ขนานยา ใช้เครื่องจัดยาเม็ดอัตโนมัติมาช่วยจัดยาแทนการจัดยาด้วยมือถึงร้อยละ 25.35 (255,969 ขนานยา) ซึ่งเครื่องจัดยามีอัตราการจัดยา 55 ซองต่อนาทีที่เร็วกว่าการจัดยาด้วยมือ และใช้ตู้ LED มาช่วยนำทางการจัดยาแทนการจัดยาด้วยมือถึงร้อยละ 70.45 (711,313 ขนานยา) ซึ่งตู้ LED จะมีระบบไฟนำทางเพื่อบอกตำแหน่งกระบะหยิบยา ทำให้ไม่เสียเวลาค้นหาตำแหน่งวางยา เกิดความรวดเร็วในการจัดยา แต่ระยะเวลารอคอยเพิ่มขึ้นในขั้นตอนการตรวจสอบยาของเภสัชกร เนื่องจากระบบใหม่ต้องตรวจสอบยาตามรายมื้อเวลาการให้ยา ขณะที่ระบบเดิมตรวจ



รูปที่ 3 อัตราความคลาดเคลื่อนในการจ่ายยาก่อนและหลังลงระบบตามประเภทใบสั่งยาตามเดือนต่างๆ

ตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน ปริมาณงาน และ ระยะเวลารอคอย ก่อนและหลังลงระบบ

รายละเอียด	ก่อน	หลัง	ค่าความแตกต่าง	ร้อยละแตกต่าง	p-value
1. ข้อมูลพื้นฐาน : (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)					
- อัตราการครองเตียง	75.5± 2.9	71.5±2.7	-4.0 (95% CI; (-6.4)-(-1.7))	-5.4	<0.01
- จำนวนวันนอน	24,291.1 ± 1,244.1	22,929.3 ±1,002.6	-1,361.8 (95% CI; (-2,318.3)-(-405.2))	-5.6	<0.01
2. ปริมาณงาน : (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)					
- ใบสั่งยา	91,151.7±4,858.6	109,151.8±4,996.0	18,000.1 (95% CI; 13,828.0-22,172.2)	19.7	<0.01
- ขนานยา	145,784.1±7,593.2	178,925.7±7,802.5	33,141.6 (95% CI; 26,623.6-39,659.6)	22.7	<0.01
2.1. ใบสั่งยาเริ่มแรก					
- ใบสั่งยา	26,212.0±1,440.6	25,149.4±3,690.6	-1,062.6 (95% CI; (-3,434.4)-1,309.3)	-4.1	0.36
- ขนานยา	48,212.3±2,357.5	51,563.8±6001.2	3,351.4 (95% CI; (-508.7)-7,211.5)	7.0	0.09
2.2. ใบสั่งยาต่อเนื่อง					
- ใบสั่งยา	36,765.3±2,068.2	55,261.3±2,386.1	18,496.0 (95% CI; 16,605.6-20,386.4)	50.3	<0.01
- ขนานยา	55,574.0±3,281.5	84,138.9±3,449.3	28,564.9 (95% CI; 25,714.7-31,415.1)	51.4	<0.01
2.3. ใบสั่งยาด่วน					
- ใบสั่งยา	20,929.3±1,261.5	21,429.2±1,027.4	499.8 (95% CI; (-474.2)-1,473.8)	2.4	0.30
- ขนานยา	26,223.6±1,622.0	26,928.3±1,321.9	704.7 (95% CI; (-548.0)-1,957.3)	2.7	0.26
2.4. ใบสั่งยากลับบ้าน					
- ใบสั่งยา	7,245.0±477.3	7,311.8±309.2	66.8 (95% CI; (-273.6)-407.3)	0.9	0.69
- ขนานยา	15,774.2±965.5	16,294.8±634.4	520.6 (95% CI; (-171.1)-1,212.2)	3.3	0.13
3. ระยะเวลารอคอย: นาทีต่อใบสั่ง (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)					
3.1. ใบสั่งยาทุกประเภท	15.9±1.3	15.5±2.5	-0.4 (95% CI; (-2.1)-1.3)	-2.5	0.62
3.2. ใบสั่งยาเริ่มแรก	25.9±3.1	27.3±6.3	1.4 (95% CI; (-2.9)-5.6)	5.3	0.51
3.3. ใบสั่งยาต่อเนื่อง	0.7±0.1	0.8±0.1	0.1 (95% CI; 0.1-0.2)	21.5	<0.01
3.4. ใบสั่งยาด่วน	14.9±1.1	12.8±1.2	-2.2 (95% CI; (-3.1)-(-1.2))	-14.4	<0.01
3.5. ใบสั่งยากลับบ้าน	22.1±2.2	21.1±3.0	-1.0 (95% CI; (-3.2)-1.3)	-4.4	0.38

ตารางที่ 2 ความคลาดเคลื่อนในการจ่ายยาก่อนและหลังลงระบบ

รายละเอียด	ก่อน	หลัง	ค่าความแตกต่าง	ร้อยละแตกต่าง	p-value
1. ความคลาดเคลื่อนในการจ่ายยา					
1.1.อัตราความคลาดเคลื่อน (ครั้งต่อพันวันนอน)					
- ใบสั่งยาเริ่มแรก	0.323	0.305	-0.017 (95% CI; (-0.109)-0.075)	-5.3	0.72
- ใบสั่งยาต่อเนื่อง	0.645	0.233	-0.412 (95% CI; (-0.521)-(0.304))	-63.9	<0.01
- ใบสั่งยาด่วน	0.161	0.164	0.002 (95% CI; (-0.064)-0.069)	1.4	0.95
- ใบสั่งยากลับบ้าน	0.014	0.007	-0.006 (95% CI; (-0.023)-0.010)	-47.1	0.46
รวม	1.142	0.709	-0.434 (95% CI; (-0.592)-(-0.276))	-38.0	<0.01
1.2.อัตราความคลาดเคลื่อน (ครั้งต่อพันใบสั่ง)					
- ใบสั่งยาเริ่มแรก	0.299	0.278	-0.021 (95% CI; (-0.105)-0.064)	-6.9	0.64
- ใบสั่งยาต่อเนื่อง	0.426	0.097	-0.330 (95% CI; (-0.395)-(-0.264))	-77.4	<0.01
- ใบสั่งยาด่วน	0.187	0.175	-0.012 (95% CI; (-0.086)-0.062)	-6.5	0.75
- ใบสั่งยากลับบ้าน	0.046	0.023	-0.023 (95% CI; (-0.078)-0.032)	-50.4	0.41
รวม	0.304	0.149	-0.156 (95% CI; (-0.194)-(-0.117))	-51.1	<0.01
1.3.อัตราความคลาดเคลื่อน (ครั้งต่อพันขนานยา)					
- ใบสั่งยาเริ่มแรก	0.163	0.136	-0.027 (95%CI; (-0.071)-0.017)	-16.4	0.23
- ใบสั่งยาต่อเนื่อง	0.282	0.063	-0.219 (95% CI; (-0.262)-(-0.175))	-77.5	<0.01
- ใบสั่งยาด่วน	0.149	0.139	-0.010 (95% CI; (-0.069)-0.049)	-6.8	0.74
- ใบสั่งยากลับบ้าน	0.021	0.010	-0.011 (95% CI; (-0.036)-0.014)	-51.7	0.39
รวม	0.190	0.091	-0.100 (95% CI; (-0.124)-(-0.075))	-52.3	<0.01
2. ระดับความรุนแรง : อัตราความคลาดเคลื่อนครั้งต่อพันขนาน (จำนวนครั้ง/ ร้อยละ)					
- B	0.176 (308/ 92.49)	0.088 (188/ 96.41)	-0.089 (95% CI; (-0.112)-(-0.065))	-50.3	<0.01
- C	0.009 (15/ 4.50)	0.001 (2/ 1.03)	-0.008 (95% CI; (-0.012)-(-0.003))	-89.1	<0.01
- D	0.006 (10/ 3.00)	0.002 (5/ 2.56)	-0.003 (95% CI; (-0.007)-(-0.001))	-59.3	0.09

หมายเหตุ : ระดับ B หมายถึง ความคลาดเคลื่อนที่ไม่มีผลกระทบต่อผู้ป่วยหรือไม่ถึงตัวผู้ป่วย; ระดับ C หมายถึง ความคลาดเคลื่อนที่มีผลกระทบต่อผู้ป่วยแต่ไม่เกิดอันตราย; ระดับ D หมายถึง ความคลาดเคลื่อนที่จำเป็นต้องเริ่มการเฝ้าติดตามดูแลผู้ป่วย

สอบยาตามรายการยาที่จ่าย ดังตัวอย่างการจ่ายยา Vitamin B complex 1x3 oral pc หากเป็นระบบเดิมจะตรวจสอบเพียง 1 ซองที่มียา 3 เม็ด แต่ระบบใหม่จะตรวจสอบตามมื้อเวลาการให้ยา 3 ซอง ถึงแม้ว่าระยะเวลารอคอยขั้นตอนการตรวจสอบยาของเภสัชกรจะนานขึ้น แต่ส่งผลให้สามารถลดระยะเวลาของพยาบาลในการจัดเตรียมยาเป็นมื้อให้ผู้ป่วย นอกจากนี้พบว่าระยะเวลารอคอยใบสั่งยาด่วน และใบสั่งยากลับบ้านลดลง แต่ใบสั่งยาเริ่มแรกไม่แตกต่าง ทั้งๆ ที่ปริมาณงานเพิ่มขึ้นเช่นกัน สะท้อนให้เห็นว่าการนำตู้ HAD มาช่วยจัดยาเสพติดให้โทษประเภท 2 และยาวัตถุออกฤทธิ์ต่อจิตประสาทประเภท 2 ที่มีการเบิกส่วนใหญ่ในใบสั่งเหล่านี้ (42,432 ขนานยา) สามารถช่วยลดระยะเวลารอคอยการจัดยาลง เนื่องจากตู้ HAD จะเปิด-ปิด Bin location ของยาที่ต้องการเท่านั้น ทำให้ไม่เสียเวลาค้นหาตำแหน่งการวางยา และลดขั้นตอนการบันทึกข้อมูลประวัติการเคลื่อนไหวของยา (stock-card) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่บุคลากรเสียเวลาค่อนข้างมาก ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Goundrey-Smith ที่มีการนำเครื่องจัดยาอัตโนมัติมาใช้ ทำให้สามารถจัดยาให้ผู้ป่วยได้ 15 รายต่อชั่วโมง แทน 10 รายต่อชั่วโมง และลดการจ่ายยาลงได้ 1 ชั่วโมงต่อวัน[7] นอกจากนี้ยังคล้ายกับ Temple และ Ludwia ในโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยวิสคอนซิน พบว่าสามารถลดจำนวนพนักงานจัดยาลง 2 คน (2.6 Full time-equivalent หรือ FTE)[8] และคล้ายกับการศึกษาของ Ong และคณะ ในโรงพยาบาลกลางสิงคโปร์ พบว่าวิธีจัดยาอัตโนมัติมีค่า FTE มากกว่า วิธีจัดยาด้วยมือ (6,175 vs. 4,867 ครั้งต่อเดือน)[9]

ส่วนความคลาดเคลื่อนในการจ่ายยานั้น พบว่า หลังการนำเทคโนโลยีมาช่วยจัดยา สามารถลดความคลาดเคลื่อนได้ถึงร้อยละ 38 เมื่อวิเคราะห์ในหน่วยวันนอน อย่างไรก็ตามจำนวนวันนอนและอัตราการครองเตียงหลังลงระบบลดลงซึ่งตรงข้ามกับปริมาณงานที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นหากเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนต่อใบสั่งหรือขนานยาน่าจะสะท้อนความคลาดเคลื่อนต่อภาระงานที่เพิ่มขึ้นของห้องจ่ายยา ซึ่งพบว่าระบบใหม่มีความคลาดเคลื่อนลดลงประมาณร้อยละ 50 เมื่อวิเคราะห์ในหน่วยใบสั่งยาและขนานยา โดยเฉพาะใบสั่งยาต่อเนื่องสามารถลดอัตราความคลาดเคลื่อนประมาณร้อยละ 70-80

เมื่อพิจารณาระดับความรุนแรงของความคลาดเคลื่อนหลังลงระบบ พบว่า ระบบใหม่สามารถลดระดับความรุนแรงของความคลาดเคลื่อนได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะระดับความรุนแรง B และ C ลดลงถึงร้อยละ 50.3 และ 89.1 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ในหน่วยขนานยา เนื่องจากมีการนำเครื่องจัดยาเม็ดอัตโนมัติมาช่วยจัดยาใบสั่งยาต่อเนื่อง ซึ่งเครื่องจัดยาเม็ดอัตโนมัติก่อนเริ่มระบบจะมีการส่ง canister ให้บริษัททำการตั้งค่าของยาเม็ดก่อน เช่น วัดขนาดยา น้ำหนักและลักษณะเม็ดยา ทำให้รูการไหลออกจาก canister มีความถูกต้อง นอกจากนี้ยังมีการวางระบบบ้านเลขที่ยาที่ชัดเจน ทำให้คำสั่งการจัดยาถูกส่งไปที่ canister ได้ถูกต้อง ไม่เหมือนการจัดยาด้วยคนที่อาจหยิบยาผิดตำแหน่งเพราะใช้ระบบการจดจำตำแหน่งยา นอกจากนี้ยาที่ถูกจัดจากเครื่องจัดยาเม็ดอัตโนมัติจะมีการนำไปผ่านหุ่นยนต์ตรวจสอบซองยาด้วยระบบรูปภาพ (Vizen) ซึ่งเครื่องนี้จะช่วยตรวจสอบความคลาดเคลื่อนในการจัดยาของเครื่องจัดยาเม็ดอัตโนมัติ ด้วยการแสดงค่าว่าถูกหรือผิด หากแสดงผิดเภสัชกรจะเข้าตรวจสอบอีกที ทำให้โอกาสเกิดความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า ส่วนตู้ LED มีการกระพริบบอกตำแหน่งกระบะยาและจำนวนยาให้บุคลากรหยิบยา ทำให้โอกาสจัดยาผิดน้อยลง เมื่อเทียบกับการจัดยาด้วยมือที่ใช้การจดจำตำแหน่งยา และตู้ HAD เป็นการล็อค เปิด-ปิด Bin location ทำให้บังคับให้บุคลากรไปหยิบเพียง Bin location ที่เปิดไว้เท่านั้น จึงเกิดความเฉพาะเจาะจง แสดงว่าการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้สามารถลดความคลาดเคลื่อน และ ระดับความรุนแรงของความคลาดเคลื่อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ วรรณอร ปลอดกระโทก และคณะ ศึกษาการใช้เครื่องจ่ายยาผู้ป่วยใน โรงพยาบาลบำรุงราษฎร์ พบความคลาดเคลื่อนจากการจ่ายยาลดลงประมาณร้อยละ 70[10] และสอดคล้องกับการศึกษาของ Goundrey-Smith ในโรงพยาบาล Wirral Hospital สามารถลดความคลาดเคลื่อนลงร้อยละ 50 และที่โรงพยาบาลวูลฟ์เวอร์แฮมป์ตัน พบว่าสามารถลดความคลาดเคลื่อนได้ร้อยละ 16 เมื่อเทียบก่อนลงระบบ[7] ดังนั้นการนำเครื่องจัดยาเม็ดอัตโนมัติและตู้กึ่งจัดยาอิเล็กทรอนิกส์มาช่วยจัดยา ทำให้ระบบการจัดการด้านยามีความปลอดภัยมากขึ้น และช่วยทำให้ระบบการกระจายยาของโรงพยาบาลเปลี่ยนเป็นแบบหนึ่งวัน (One day dose) ได้ง่ายขึ้น และช่วยลดภาระงานของพยาบาลในการจัดยาเม็ดเนื่องจากยาที่ออกจากเครื่องจัดยาเม็ดอัตโนมัติเป็นแบบหนึ่งหน่วยขนาดใช้ จึงลดความยุ่งยากในการบริหารยาของพยาบาล ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานสากลและสถาบันพัฒนาและรับรองคุณภาพโรงพยาบาลได้กำหนดไว้ และยังมีความปลอดภัยมากขึ้นเนื่องจากความคลาดเคลื่อนลดลง ดังนั้นควรมีการขยายไปสู่การจัดยาใบสั่งยาอื่น ๆ เพื่อลดความคลาดเคลื่อนระบบการจ่ายยาผู้ป่วยในของโรงพยาบาล

สรุป

การนำเครื่องจัดยาเม็ดอัตโนมัติและอิเล็กทรอนิกส์จัดมือมาช่วยในการจัดยาผู้ป่วยใน ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของการบริการจ่ายยาผู้ป่วยใน ลดความคลาดเคลื่อนการจ่ายยา ส่งผลให้ผู้ป่วยปลอดภัยในการใช้ยามากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเภสัชกรหน่วยจ่ายยาทุกท่านที่ช่วยรวบรวมข้อมูล และพัฒนาระบบการกระจายยาที่นำเทคโนโลยีมาใช้จนสำเสร็จ คุณ จิตรจิรา ไชยฤทธิ์ หน่วยระบาดวิทยา คณะแพทยศาสตร์ ที่ช่วยวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ และ ศาสตราจารย์วิภา รีชัยพิชิตกุล ที่คอยให้ข้อเสนอแนะในการเขียนงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. วณีนุช วราชุน. ระบบการจัดการด้านยาในโรงพยาบาลคุณภาพ [Online]. [Accessed July 27, 2019]. Available from https://ccpe.pharmacycouncil.org/index.php?option=article_detail&subpage=article_detail&id=309

2. กรัณฑ์รัตน์ ทิวถนอม, ศุภลักษณ์ ธนานนท์นิวาส. ความคลาดเคลื่อนทางยาและแนวทางป้องกันเพื่อความปลอดภัยของผู้ป่วย. Veridian E-Journal 2552; 2: 196-7.

3. สมาคมเภสัชกรรมโรงพยาบาล (ประเทศไทย). มาตรฐานวิชาชีพเภสัชกรรมโรงพยาบาล พ.ศ. ๒๕๖๑ - พ.ศ. ๒๕๖๕ [Online]. [Accessed July 27, 2019]. Available from http://www.thaihp.org/index.php?option=other_detail&lang=th&id=307&sub=-1

4. Rough SR, Temple JD. Automation in practice. In: Brown TR, ed. Handbook of institutional pharmacy practice. 4th ed. Bethesda, MD: American Society of Health-System Pharmacist, 2006: 329-52.

5. Fitzpatrick BR, Cooke P, Southall C, Kauldhar K, Water P. Evaluation of an automated dispensing system in a hospital pharmacy dispensing. Pharm J. 2005; 274: 763-5.

6. National Coordinating Council for Medication Errors Reporting and Prevention. NCC MERP Taxonomy of Medication Errors [Online]. [Accessed August 6, 2019]. Available from http://www.nccmerp.org/sites/default/files/taxonomy2001-07-31.pdf

7. Goundrey-Smith S. Pharmacy robots in UK hospitals: the benefit and implementation issues. Pharm J 2008; 280: 599-602.

8. Temple J, Ludwig B. Implementation and evaluation of carousel dispensing technology in a university medical center pharmacy. Am J Health-Syst Pharm 2010; 67: 821-9.

9. Ong YSP, Chen LL, Wong JA, Gunawan Y, Goh WJ, Tan MC, Lee SB. Evaluating the Impact of Drug Dispensing Systems on the Safety and Efficiency in a Singapore Outpatient Pharmacy. Innov Pharm 2014; 5: 1-7.

10. วรรณอร ปลอดกระโทก, ฐณัฏฐา กิตติโสภี, รุ่งเพ็ชร์ สกุลบำรุงศิลป์, กมลศักดิ์ เรืองเจริญรุ่ง. การหาต้นทุนที่ประหยัดและต้นทุนที่หลีกเลี่ยงได้ของระบบจ่ายยาอัตโนมัติ. วารสารเภสัชกรรมโรงพยาบาล 2553; 20: 43-54.

SMJ