

การส่งยาด้วยระบบคอมพิวเตอร์ในการลดความคลาดเคลื่อนในการส่งใช้ยา โรงพยาบาลหนองหาน จังหวัดอุดรธานี: Interrupted Time Series Design

สุมิตรา สงครามศรี^{1*}, มალიณี เหล่าไพบูลย์²

¹ มหาบัณฑิต หลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาชีวสถิติ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² ศาสตราจารย์ ภาควิชาชีวสถิติ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

* ติดต่อผู้พิมพ์: หลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีวสถิติคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อีเมล: bb_bowsumitra@hotmail.com

บทคัดย่อ

การส่งยาด้วยระบบคอมพิวเตอร์ในการลดความคลาดเคลื่อนในการส่งใช้ยาโรงพยาบาลหนองหาน จังหวัดอุดรธานี:

Interrupted Time Series Design

สุมิตรา สงครามศรี^{1*}, มალიณี เหล่าไพบูลย์²

ว. เกษตรศาสตร์อีสาน 2560; 13(2) : 53-66

รับบทความ : 12 กุมภาพันธ์ 2560

ตอบรับ : 16 มิถุนายน 2560

ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการส่งใช้ยาด้วยระบบการเขียนใบสั่งยาจากหอผู้ป่วยโรงพยาบาล-หนองหาน จ.อุดรธานี ทำให้เกิดความรุนแรงต่อผู้ป่วยถึงขั้นได้รับการรักษาเพิ่มเติมและยืดระยะเวลาการรักษาออกไปเฉลี่ยนานขึ้น 2-5 วันนอน และในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558 โรงพยาบาลหนองหาน ได้นำระบบคอมพิวเตอร์มาช่วยในการส่งใช้ยาแทนการเขียนใบสั่งยาในหอผู้ป่วยเพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการส่งใช้ยาของแพทย์ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการส่งใช้ยาด้วยระบบคอมพิวเตอร์จากหอผู้ป่วยต่อการลดความคลาดเคลื่อนในการส่งใช้ยา วิธีดำเนินการวิจัย: การศึกษาแบบ Interrupted Time Series โดยเก็บข้อมูลการเกิดความคลาดเคลื่อนในการส่งใช้ยาจากแบบบันทึกความคลาดเคลื่อนทางยารายเดือนก่อนและหลังการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการส่งใช้ยา ระหว่างวันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2557 ถึงวันที่ 30 มิถุนายน พ.ศ. 2559 รวม 24 เดือน วิเคราะห์ผลของระบบคอมพิวเตอร์ด้วยการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยสมการถดถอยแบบแบ่งช่วงเชิงเส้นตรง (Segmented linear regression analysis) นำเสนอผลด้วยค่าเฉลี่ยและช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (95% Confidence interval) ผลการวิจัย: ผลการศึกษาพบว่าอัตราความคลาดเคลื่อนในการส่งใช้ยาโดยเฉลี่ยต่อเดือนก่อนนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการส่งใช้ยาของแพทย์จากหอผู้ป่วยเท่ากับ 66.0 ครั้งต่อ 10,000 วันนอน (95% CI: 49.3 ถึง 82.8 ครั้งต่อ 10,000 วันนอน) ภายหลังการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการส่งใช้ยาแล้วอัตราความคลาดเคลื่อนในการส่งใช้ยาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 39.6 ครั้งต่อ 10,000 วันนอน (95% CI : 18.3 ถึง 60.8 ครั้งต่อ 10,000 วันนอน) และไม่พบนัยสำคัญของการเปลี่ยนแปลงของแนวโน้มตามธรรมชาติของอัตราความคลาดเคลื่อนในการส่งใช้ยาทั้งก่อนและหลังนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการส่งใช้ยาของแพทย์ สรุปผลการวิจัย: ระบบคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในการส่งยาของแพทย์จากหอผู้ป่วยช่วยลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการส่งใช้ยาได้ในระดับที่ยอมรับได้ และทำให้ผู้ป่วยได้รับยาอย่างปลอดภัย

คำสำคัญ: ความคลาดเคลื่อนทางยา, ความคลาดเคลื่อนในการส่งใช้ยา, ระบบสั่ง, ยาระบบสั่งยาทางคอมพิวเตอร์, ระบบสั่งยาโดยการเขียนใบสั่งยา, การวิเคราะห์แบบอนุกรมเวลา

Computerized prescribing system for reducing prescription errors in Nonghan Hospital, Udonthani Province; Interrupted Time Series Design

Sumitra Songkramsri^{1*}, Malinee Laopaiboon²

¹ Master of Public Health Program in Biostatistics, Faculty of Public Health, Khon Kaen University

² Professor, Department of Biostatistics, Faculty of Public Health, Khon Kaen University

* Corresponding author: bb_bowsumitra@hotmail.com

Abstract

Computerized prescribing system for reducing prescription errors in Nonghan Hospital, Udonthani Province; Interrupted Time Series Design

Sumitra Songkramsri^{1*}, Malinee Laopaiboon²

IJPS, 2017; 13(2) : 53-66

Received : 12 February 2017

Accepted : 16 June 2017

Prescription error resulting from the handwritten prescribing system is harmful to patients and may delay hospital length of stay on average of 2-5 days. Since July 2015 Nonghan hospital has operated an in-patient computerized prescribing system to replace handwritten prescribing system in inpatient-wards of the hospital. The objective of this study is to evaluate the effect of a computerized prescribing system on reducing the prescription error rate. **Method:** we use interrupted time series design to study prescription error rate before and after implementation of computerized prescribing system. We collect data during 1 July 2014 to 30 June 2016. The two series of prescription error were adjusted for seasonal rates, 12 data point variation trend of each series, were collected from medication error reports for 24 data point. We use segmented linear regression to estimate the reduction prescription error and its 95% confidence interval (CI). **Results:** The mean prescription error rate per month before implementing the computerized prescribing system was 66.0 per 10,000 bed days (95% CI: 49.3 to 82.8 per 10,000 bed days). After implementation of computerized prescribing system, the immediate absolute reduction of prescription error rate was significant with 39.6 per 10,000 bed days (95% CI: 18.3 to 60.8 per 10,000 bed days). There were no significant changes of trends of the prescription error rates before and after implementation of computerized prescribing system. **Conclusion:** This study shows that the computerized prescribing system can reduce prescription errors in the inpatient wards at the acceptance level of the hospital and keep patients safe.

Keywords: Medication errors, prescribing error, prescribing systems, computerized prescribing system, handwritten prescribing system, interrupted time series.

1. บทนำ

ความคลาดเคลื่อนในการสั่งใช้ยา (Prescription error) เป็นความคลาดเคลื่อนทางยาชนิดหนึ่งที่เกิดจากความผิดพลาดในการสั่งใช้ยาของแพทย์อันเนื่องมาจากการเลือกใช้ยาผิดชนิด ผิดขนาด ผิดรูปแบบยา ผิดจำนวน ผิดวิธีทางให้ยา ผิดข้อบ่งใช้

ผิดความเข้มข้นและอัตราเร็วในการให้ยา สั่งยาที่ผู้ป่วยแพ้ สั่งยาซ้ำซ้อน สั่งยาที่มีปฏิกิริยากัน รวมถึงการสั่งยาไม่ครบตามโรคของผู้ป่วย (Ningsanon *et al.*, 2005; Ferner *et al.*, 2006; Suksriwong *et al.*, 1998) สาเหตุเกิดจากการขาดความรู้เรื่อง

ยา, ขาดข้อมูลจำเพาะของผู้ป่วย, คำนวณขนาดยาผิด, ความไม่เข้าใจถึงระบบการสั่งจ่ายยาของโรงพยาบาล, การไม่ปฏิบัติตามแผนการรักษา, สภาพแวดล้อมที่กดดันและภาระงานที่เพิ่มขึ้น (Qureshi *et al.*, 2011; Kanjanarat *et al.*, 2003; Pham *et al.*, 2011) จากการศึกษาโดยการสังเกตการณ์ความคลาดเคลื่อนทางยาในหอผู้ป่วยวิกฤตตลยกรรมในมหาวิทยาลัยแพทย์ของ Kopp และคณะ (2006), พบความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการสั่งจ่ายยามากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 77 ชนิดของความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นได้แก่ การลืมสั่งยาที่ผู้ป่วยควรได้รับร้อยละ 23 สั่งยาในขนาดที่ผิดร้อยละ 20 สั่งยาผิดชนิดร้อยละ 16 สั่งวิธีทางให้ยาผิดร้อยละ 15 สั่งยาที่เกิดปฏิกิริยาต่อกันร้อยละ 10 และสั่งยาที่ผู้ป่วยแพ้ร้อยละ 6 ในจำนวนความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยาที่เกิดขึ้นนั้นมีสาเหตุมาจากการขาดความรู้เรื่องยาร้อยละ 56 การติดตามการสั่งยาที่ไม่เพียงพอร้อยละ 25 และการขาดข้อมูลของผู้ป่วยร้อยละ 10

ความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยานอกจากจะทำให้เกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์จากการใช้ยาแล้วยังมีผลกระทบต่อตัวผู้ป่วยเองที่อาจทำให้พบปัญหาสุขภาพขึ้นใหม่ได้ ซึ่งอาจรุนแรงและเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิต รวมทั้งผลกระทบต่อญาติผู้ป่วย และยังส่งผลให้เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในทุกฝ่าย (Moyen *et al.*, 2008; Van Doormaal *et al.*, 2009) องค์การวิชาชีพเภสัชกรรมโรงพยาบาล (ASHP) (American Society of Hospital Pharmacists, 1993) ได้แนะนำให้ระบบคอมพิวเตอร์มาช่วยในงานบริการเภสัชกรรมทั้งผู้ป่วยนอกและผู้ป่วยใน ซึ่งเป็นอีกหนึ่งแนวทางในการลดความคลาดเคลื่อนทางยาโดยเฉพาะความคลาดเคลื่อนจากการสั่งจ่ายยาของแพทย์ พบว่าสามารถลดความคลาดเคลื่อนจากการเขียนคำสั่งจ่ายยาที่ลายมือไม่ชัดเจนหรือการคัดลอกคำสั่งจ่ายยาผิด จากการศึกษาที่ผ่านมาโดยการเปรียบเทียบอัตราความคลาดเคลื่อนจากการสั่งจ่ายยาก่อนและหลังการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสั่งจ่ายยาของแพทย์แผนกอุบัติเหตุและฉุกเฉิน มหาวิทยาลัยแพทย์ในประเทศโปแลนด์ พบว่า ก่อนการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้พบอัตราความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยาร้อยละ 2.3 และหลังการนำมาใช้ลดลงเป็นร้อยละ 0.7 และพบว่าหลังการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ความคลาดเคลื่อนในการคัดลอก/แปลคำสั่งจ่ายยาไม่เกิดขึ้น (Knudsen *et al.*, 2007) นอกจากนั้นระบบคอมพิวเตอร์ยังมีฟังก์ชันการทำงานที่สนับสนุนการตัดสินใจทางคลินิก เช่น มีการแจ้งเตือนของยาที่เกิดปฏิกิริยาต่อกัน ยาที่ผู้ป่วยแพ้ รวมทั้งข้อมูลเกี่ยวกับผู้ป่วย เป็นต้น

รายงานวิจัยจากหลายการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การนำระบบคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสั่งจ่ายยานั้นมีประสิทธิภาพในการลดความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยา และช่วยปรับปรุงระบบความปลอดภัยด้านยาได้ (Van Doormaal *et al.*, 2009; Nualsri, 2006) แต่ยังคงมีความแตกต่างกันในแต่ละโรงพยาบาล

โรงพยาบาลหนองหาน จังหวัดอุดรธานี เป็นโรงพยาบาลชุมชน ระดับทุติยภูมิ (M2) ในสังกัดสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข มีระบบการจัดการด้านความคลาดเคลื่อนทางยาและมีการวางแผนทางสู่การปฏิบัติโดยมีการทำงานในรูปแบบของคณะกรรมการ และมีการจัดประชุมเพื่อชี้แจงแนวทางปฏิบัติแก่บุคลากรทางการแพทย์ กรณีมีการเปลี่ยนแปลงแนวทางปฏิบัติใหม่หรือมีการเปลี่ยนแปลงระบบต่าง ๆ เพื่อให้เข้าใจและสามารถปฏิบัติให้เป็นแนวทางเดียวกัน ปัจจุบันได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลย้อนหลังและพบว่า มีแนวโน้มการรายงานความคลาดเคลื่อนทางยาช่วงปีงบประมาณ 2558 เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 16 เป็นร้อยละ 24 ทั้งนี้ อาจเนื่องจากการมีการกระตุ้นการรายงาน และเป็นช่วงที่โรงพยาบาลขยายตัวมีจำนวนผู้ป่วยเพิ่มมากขึ้น มีการเพิ่มขึ้นของรายการยาในโรงพยาบาล เช่น ยาหนึ่งรายการมีหลายความแรงทำให้เกิดความสับสนได้ และจากรายงานความปลอดภัยด้านยาพบว่า อัตราความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยาผู้ป่วยในเฉลี่ยในช่วงปีงบประมาณ 2556 ถึงปี 2558 มีจำนวน 39.3, 62.3 และ 44.1 ครั้งต่อ 10,000 วันนอนต่อเดือน ตามลำดับ ซึ่งไม่ผ่านตัวชี้วัดมาตรฐานระบบยาของโรงพยาบาลที่กำหนดไว้ว่า อัตราความคลาดเคลื่อนทางยาต้องไม่เกิน 30 ครั้งต่อ 10,000 วันนอนต่อเดือน (PTC Nonghan hospital, 2015) ส่วนใหญ่เป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นแต่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ป่วย เนื่องจากความคลาดเคลื่อนเหล่านั้นมีการตรวจพบและแก้ไขได้ก่อนไปถึงผู้ป่วยร้อยละ 88.3 และร้อยละ 11.7 เป็นความคลาดเคลื่อนที่ส่งผลให้ผู้ป่วยต้องนอนรักษาที่โรงพยาบาลนานขึ้นเฉลี่ย 2-5 วันนอน และในปีงบประมาณ 2558 ได้มีรายงานการเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์จากการใช้ยาขึ้นซึ่งมีผลทำให้เป็นอันตรายต่อผู้ป่วยจำเป็นต้องยืดเวลาในการรักษาผู้ป่วยออกไปอีก สาเหตุเกิดจากความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยาของแพทย์ ดังนั้นจึงได้นำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสั่งจ่ายยาของแพทย์จากหอผู้ป่วยแทนการสั่งยาโดยการเขียนใบสั่งยาเพื่อลดความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการสั่งจ่ายยาตั้งแต่วันที่ 14 กรกฎาคม พ.ศ. 2558 จนถึงปัจจุบัน และจากรายงานการประชุมของคณะกรรมการเภสัชกรรมและการบำบัด พบว่ายัง

ไม่ได้มีการติดตามประเมินผลของการนำระบบการคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสั่งใช้ยาของแพทย์จากหอผู้ป่วยในระยะยาว เนื่องด้วยภาระงานและรายละเอียดที่เพิ่มขึ้นจึงทำให้ขาดการติดตามผลการดำเนินงาน เพียงแต่สอบถามความพึงพอใจจากแพทย์และผู้สั่งใช้ยาเท่านั้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจทำการศึกษาผลของการสั่งใช้ยาด้วยระบบคอมพิวเตอร์จากหอผู้ป่วยโดยทำการศึกษาแบบ Interrupted Time Series (ITS) เพื่อเป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ในการปรับปรุงพัฒนาระบบการสั่งยาในหอผู้ป่วยอย่างต่อเนื่องและยั่งยืนต่อไป

การศึกษาแบบ ITS เป็นรูปแบบหนึ่งของการวิจัยกึ่งทดลองที่นำมาใช้ศึกษาประสิทธิผลของอินเทอร์เวชันให้ผลการศึกษาที่น่าเชื่อถือ ในกรณีที่ไม่สามารถศึกษาแบบเชิงทดลองแบบสุ่มได้ (randomized controlled trial; RCT) โดยการวัดซ้ำข้อมูลที่สนใจอย่างน้อย 3 ครั้งก่อนและหลังให้อินเทอร์เวชัน และส่วนสำคัญอยู่ที่การให้อินเทอร์เวชันระหว่างการศึกษ (Interruption) ซึ่งต้องทราบเวลาที่เริ่มให้อินเทอร์เวชันที่ชัดเจนลักษณะของข้อมูลอนุกรมเวลาอาจเป็นค่าเฉลี่ย สัดส่วน หรือ อัตรา เป็นต้น (Shadish *et al.*, 2002)

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการสั่งใช้ยาด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่มีต่อความคลาดเคลื่อนในการสั่งใช้ยาจากหอผู้ป่วย ในโรงพยาบาลหนองหาน จังหวัดอุดรธานี

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi-experimental study) ใช้รูปแบบการศึกษากลุ่มเดียววัดหลายครั้งแบบอนุกรมเวลา (One group Time Series หรือ Simple Interrupted Time Series) โดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลทุติยภูมิจากแบบบันทึกความคลาดเคลื่อนทางยาที่บันทึกการเกิดความคลาดเคลื่อนในการสั่งใช้ยาจากใบสั่งยาก่อนและหลังการประกาศใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการสั่งใช้ยาตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 (ก่อนนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสั่งใช้ยา 12 เดือนและหลังนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสั่งใช้ยา 12 เดือน)

ประชากรที่ศึกษา

ประชากร คือ ใบสั่งยาผู้ป่วยในทุกลูกจากหอผู้ป่วยในโรงพยาบาลหนองหานระหว่างวันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2557 ถึง 30 มิถุนายน พ.ศ. 2559

ตัวแปรที่ศึกษา

ผลลัพธ์หลักของการศึกษานี้คือ ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการสั่งใช้ยาของแพทย์ดังต่อไปนี้อย่างน้อยหนึ่งความคลาดเคลื่อน โดยพิจารณาความคลาดเคลื่อนที่ระบบคอมพิวเตอร์สามารถแก้ไขได้เท่านั้น ได้แก่

1. การเลือกยาที่มีข้อห้ามใช้ คือ การที่แพทย์สั่งใช้ยาที่มีข้อห้ามใช้ในผู้ป่วยหรือโรคของผู้ป่วย
2. การสั่งยาที่ผู้ป่วยมีประวัติการแพ้ยา เกิดจากการที่แพทย์สั่งยาที่ผู้ป่วยแพ้หรือยาที่แพทย์สั่งเป็นยาในกลุ่มเดียวกันกับตัวที่ผู้ป่วยแพ้
3. การสั่งยาซ้ำซ้อน เกิดจากการที่แพทย์สั่งยาซ้ำชนิดเดียวกันหรือซ้ำกลุ่มเดียวกัน
4. การสั่งยาที่มีปฏิกิริยาต่อกัน เกิดจากการที่แพทย์สั่งยาตั้งแต่สองตัวขึ้นไปแล้วยาที่แพทย์สั่งมีปฏิกิริยาต่อกัน ซึ่งอาจจะเป็นการเสริมฤทธิ์หรือยับยั้งกัน
5. การสั่งใช้ยาที่ระบุวิธีใช้ยาผิด เช่น ยาที่จำเป็นกินก่อนอาหารสั่งให้กินหลังอาหาร เป็นต้น

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลการเกิดความคลาดเคลื่อนจากการสั่งใช้ยา โดยใช้แบบบันทึกข้อมูลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นคัดลอกรายละเอียดจากแบบบันทึกความคลาดเคลื่อนทางยาของโรงพยาบาลหนองหาน ซึ่งประกอบไปด้วยช่วงเวลาที่เกิดความคลาดเคลื่อน, แผนกที่เกิดความคลาดเคลื่อน, ประสบการณ์ในการปฏิบัติงานของแพทย์ผู้สั่งใช้ยา, ชนิดของความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการสั่งใช้ยา, ระดับความรุนแรงของความคลาดเคลื่อน, กลุ่มยาที่เกิดความคลาดเคลื่อน เป็นต้น โดยเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นรายเดือนตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557 จนถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 รวมทั้งสิ้น 24 เดือน แบ่งเป็นช่วงก่อนนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ 12 เดือน (กรกฎาคม พ.ศ. 2557- มิถุนายน พ.ศ. 2558) และเริ่มใช้ระบบในเดือนที่ 13 จนถึงเดือนสุดท้าย (กรกฎาคม พ.ศ. 2558 – มิถุนายน พ.ศ. 2559) และนำจำนวนครั้งของการเกิดความคลาดเคลื่อนมาคำนวณหาอัตราการเกิดความคลาดเคลื่อนทางยา ต่อ 10,000 วันนอนต่อเดือนโดยนำจำนวนครั้งของการเกิดความคลาดเคลื่อนในการสั่งใช้ยาผู้ป่วยในทั้งหมด ใน 1 เดือนคูณด้วย 10,000 โดยแยกแต่ละชนิดที่พบความคลาดเคลื่อนใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล 1 เดือน

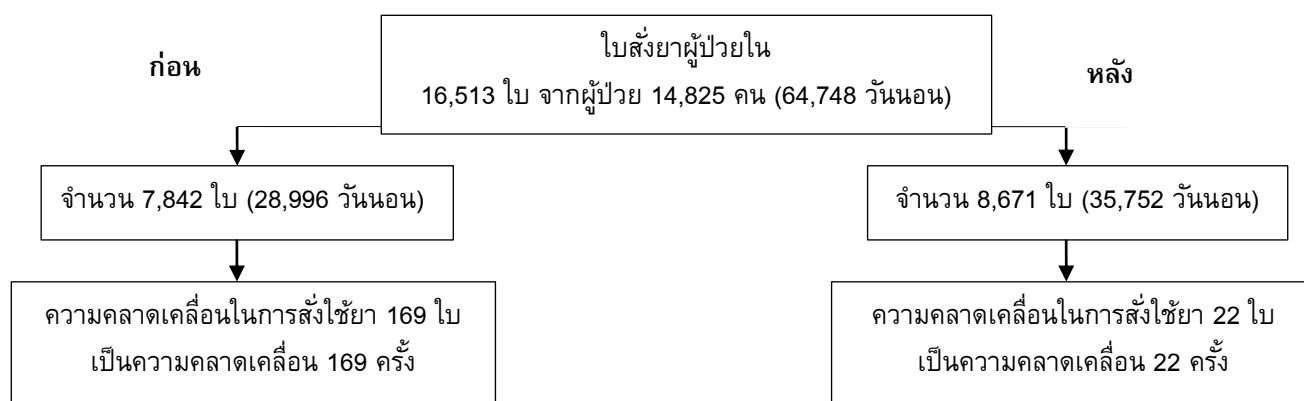
การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษานี้ใช้สถิติเชิงพรรณนาในการนำเสนอข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วย, ใบสั่งยาผู้ป่วยใน และลักษณะของความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยาที่เกิดขึ้นในรูปแบบตารางแจกแจงความถี่และค่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเปรียบเทียบในช่วงก่อนและหลังการใช้คอมพิวเตอร์ในการสั่งจ่ายยา และใช้กราฟแสดงแนวโน้มของการเกิดความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยาในช่วงที่ศึกษา และทำการวิเคราะห์เพื่ออธิบายผลของระบบสั่งยาทางคอมพิวเตอร์จากผู้ป่วยต่อการเปลี่ยนแปลงระดับและแนวโน้มของการเกิดความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยา โดยการควบคุมอิทธิพลของช่วงเวลาและแนวโน้มของข้อมูลที่สามารถเปลี่ยนแปลงไปได้โดยธรรมชาติด้วยการวิเคราะห์แบบอนุกรมเวลาที่ใช้สมการถดถอยแบบแบ่งช่วงเชิงเส้นตรง (Segmented linear regression Analysis) (Wagner *et al.*, 2002) นำเสนอผล

ของระบบคอมพิวเตอร์ด้วยค่าเฉลี่ยและช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (95% Confidence interval)

ผลการวิจัย

จากข้อมูลใบสั่งยาผู้ป่วยในที่มีการสั่งจ่ายยา จำนวน 16,513 ใบจากผู้ป่วย 14,825 คน มีวันนอนรวมทั้งหมด 64,748 วันนอน แบ่งเป็นช่วงก่อนนาระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสั่งจ่ายยาจำนวน 7,842 ใบ 28,996 วันนอน และหลังการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้จำนวน 8,671 ใบ 35,752 วันนอน จากใบสั่งยาทั้งหมดพบใบสั่งยาที่เกิดความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยาจำนวน 191 ใบ ซึ่งเกิดขึ้นในช่วงก่อนการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้จำนวน 169 ใบมีความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยาเกิดขึ้น 169 ครั้ง และหลังการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการสั่งจ่ายยา 22 ใบมีความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยา 22 ครั้ง โดยความคลาดเคลื่อนที่พบเกิดขึ้น 1 ครั้ง ต่อ 1 ใบสั่งยา (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 แผนผังรายละเอียดของใบสั่งยาผู้ป่วยในและการเกิดความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยา

ผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในช่วงเวลาที่ศึกษาพบว่าส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงทั้งสองช่วงการศึกษาคิดเป็นร้อยละ 58.4 และร้อยละ 55.8 ตามลำดับ โดยมีอายุเฉลี่ยในช่วงก่อนการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้อยู่ที่ 62.1 ปี (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 23.4) ช่วงหลังอยู่ที่ 64.7 ปี (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 19.8) มีวันนอนเฉลี่ยต่อผู้ป่วยในช่วงก่อนและหลังนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้เท่ากับ 9.2 วันนอน (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.7) และ 4.6 วันนอน (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ

2.1) ตามลำดับ โรคที่เป็นสาเหตุของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลมากที่สุดในช่วงก่อนและหลังนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสั่งจ่ายยา คือ โรคหัวใจและหลอดเลือด คิดเป็นร้อยละ 26.4 และร้อยละ 31.5 ตามลำดับ รองลงมาคือภาวะติดเชื้อ คิดเป็นร้อยละ 17.1 และร้อยละ 15.0 ตามลำดับ สำหรับโรคเบาหวาน โรคระบบทางเดินหายใจและโรคระบบทางเดินอาหารพบว่ามีร้อยละที่ใกล้เคียงกันในทั้งสองช่วงการศึกษา (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของผู้ป่วยก่อนและหลังการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสั่งยาจากหอผู้ป่วย (N=14,825 คน)

ลักษณะผู้ป่วย	ก่อนการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ในการสั่งยา (N= 7,054 คน)		หลังการใช้ระบบ คอมพิวเตอร์ในการสั่งยา (N= 7,771 คน)	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
เพศ				
หญิง	4,120	58.4	4,337	55.8
ชาย	2,934	41.6	3,434	44.2
อายุ(ปี)				
0 - 30 ปี	1,015	14.4	1,432	18.4
31 - 60 ปี	2,461	34.9	2,518	32.4
61 ปีขึ้นไป	3,578	50.7	3,821	49.2
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	62.1 (23.4)		64.7 (19.8)	
ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด	4-98		26-88	
วันนอนเฉลี่ย/ผู้ป่วย				
ค่าเฉลี่ย(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	9.2(3.7)		4.6(2.1)	
โรคที่เป็นสาเหตุของการเข้ารับรักษา				
โรคหัวใจและหลอดเลือด	1,864	26.4	2,445	31.5
ภาวะติดเชื้อ	1,203	17.1	1,168	15.0
โรคความดันโลหิตสูง	840	11.9	767	9.9
โรคเบาหวาน	908	12.9	922	11.9
โรคไต	548	7.8	430	5.5
โรคระบบทางเดินหายใจ	861	12.2	1,010	13.0
โรคระบบทางเดินอาหาร	733	10.4	925	11.9
โรคตับหรือโรคเมะเร็ง	42	0.6	11	0.1
โรคอื่นๆ*	55	0.8	93	1.2

*ภาวะโซเดียมในเลือดต่ำ ภาวะโพแทสเซียมในเลือดสูง และอ่อนเพลีย

ข้อมูลทั่วไปของใบสั่งยา

ช่วงเวลาที่มีการสั่งใช้ยามากที่สุดทั้งช่วงก่อนและหลังนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสั่งใช้ยาของแพทย์จากหอผู้ป่วยคือช่วงเวลาทำการ (08.30 น. – 16.30น.) คิดเป็นร้อยละ 64.8 และ 68.2 ตามลำดับ หอผู้ป่วยที่มีใบสั่งยามากที่สุดในช่วงก่อนการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ คือ หอผู้ป่วยชายคิดเป็นร้อยละ 40.0 รองลงมาคือหอผู้ป่วยหญิง ร้อยละ 35.9 ในส่วนของช่วงหลังการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้นั้นพบว่าหอผู้ป่วยหญิงเป็นหอผู้ป่วยที่มีใบสั่งใช้ยามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 41.9

รองลงมาคือหอผู้ป่วยชายร้อยละ 34.0 นอกจากนั้นยังพบว่าหอผู้ป่วยเด็กหอผู้ป่วยคลอด(LR) และหอผู้ป่วยวิกฤติ (ICU) มีร้อยละของใบสั่งใช้ยาใกล้เคียงกันทั้งสองช่วงการศึกษา สำหรับใบสั่งยาที่มีการสั่งใช้ยาทั้งช่วงก่อนและหลังการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ส่วนใหญ่มาจากแพทย์ที่มีประสบการณ์ในการทำงานน้อยกว่า 5 ปีคิดเป็นร้อยละ 40.4 และ 51.6 ตามลำดับ ใบสั่งยาส่วนใหญ่มีจำนวนรายการยา 1-5 รายการทั้งช่วงก่อนและหลังการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ คิดเป็นร้อยละ 76.3 และร้อยละ 74.6 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของใบสั่งยาก่อนและหลังการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้จำแนกตามข้อมูลทั่วไป (N=16,513 ใบ)

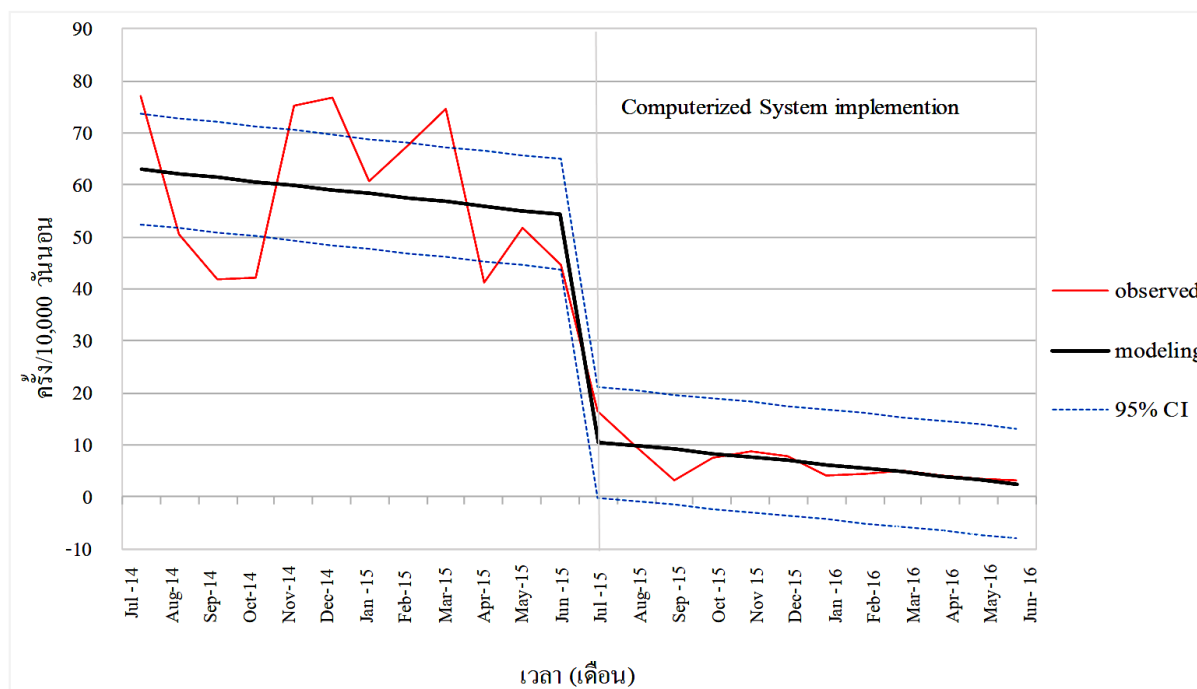
ข้อมูลทั่วไป	ก่อนการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ในการสั่งยา (N = 7,842 ใบ)		หลังการใช้ระบบ คอมพิวเตอร์ในการสั่งยา (N = 8,671 ใบ)	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ช่วงเวลาที่ปฏิบัติงาน				
08.30 น. – 16.30 น.	5,085	64.8	5,912	68.2
16.30 น. – 24.00 น.	1,637	20.9	1,736	20.0
24.00 น. – 08.00 น.	1,120	14.3	1,023	11.8
หอผู้ป่วย				
หอผู้ป่วยเด็ก	645	8.2	716	8.3
หอผู้ป่วยคลอด(LR)	914	11.7	798	9.2
หอผู้ป่วยชาย	3,133	40.0	2,945	34.0
หอผู้ป่วยหญิง	2,819	35.9	3,636	41.9
หอผู้ป่วยวิกฤต(ICU)	331	4.2	576	6.6
ประสบการณ์ในการปฏิบัติงานของแพทย์				
น้อยกว่า 5 ปี	3,172	40.4	4,473	51.6
5 – 10 ปี	2,986	38.1	2,914	33.6
ตั้งแต่ 10 ปี ขึ้นไป	1,684	21.5	1,284	14.8
จำนวนรายการยาต่อใบสั่งยา				
ใบสั่งยาที่มียา 1 รายการ	2,675	34.1	3,018	34.8
ใบสั่งยาที่มียา 2 - 5 รายการ	3,308	42.2	3,454	39.8
ใบสั่งยาที่มียา 6-10 รายการ	1,517	19.3	1,386	16.0
ใบสั่งยาที่มียามากกว่า 10 รายการ	342	4.4	813	9.4

2. ผลของการสั่งใช้ยาด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่มี ต่อความคลาดเคลื่อนในการสั่งใช้ยาจากหอผู้ป่วย

ความคลาดเคลื่อนในการสั่งใช้ยา

พบว่าอัตราความคลาดเคลื่อนในการสั่งใช้ยาช่วง
ก่อนที่นำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสั่งใช้ยา มีการ
เปลี่ยนแปลงในแต่ละเดือนอยู่ในช่วง 42-77 ครั้งต่อ 10,000 วัน
นอนระหว่างเดือน กรกฎาคม 2557 ถึง เดือนมีนาคม 2558
ในขณะที่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลงเหลืออยู่ในช่วง 41-51
ครั้งต่อ 10,000 วันนอน ระหว่างเดือนเมษายน ถึงเดือนมิถุนายน

2558 และหลังจากมีการนำระบบคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสั่ง
ใช้ยาตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2558 พบว่าอัตราความคลาดเคลื่อน
ในการสั่งใช้ยาลดลงเหลือต่ำกว่า 20 ครั้งต่อ 10,000 วันนอน
(ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 อัตราการเกิดความคลาดเคลื่อนในการส่งยาผู้ป่วยในระหว่างเดือน ก.ค. พ.ศ. 2557- เดือน มิ.ย. พ.ศ. 2559

ผลของการส่งยาด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่มีต่อความคลาดเคลื่อนในการส่งยา

ผลการวิเคราะห์การถดถอยแบบแบ่งช่วงข้อมูลอัตราความคลาดเคลื่อนในการส่งยาจำนวน 12 เดือนก่อนและหลังนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการส่งยาของแพทย์จากหอผู้ป่วยภายใต้การศึกษาแบบ Interrupted time series พบว่า อัตราความคลาดเคลื่อนในการส่งยาโดยเฉลี่ยต่อเดือนเมื่อควบคุมแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติก่อนนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ เท่ากับ 66.0 ครั้งต่อ 10,000 วันนอน (95% CI: 49.3 ถึง 82.8) แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติของอัตราความคลาดเคลื่อนในการส่งยาก่อนนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้เท่ากับ -1.1 (95% CI: -3.4 ถึง 1.1) และหลังนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้แนวโน้มมีการเปลี่ยนแปลงไปเท่ากับ

0.3 (95% CI: -3.0 ถึง 3.5) อธิบายได้ว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติของอัตราความคลาดเคลื่อนในการส่งยาหลังนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการส่งยานั้นเท่ากับ -0.8 (95% CI: -1.3 ถึง -0.3) ซึ่งแนวโน้มทั้งสองช่วงมีค่าน้อยและไม่มีความสำคัญทางสถิติ และหลังจากนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการส่งยานั้นอัตราความคลาดเคลื่อนในการส่งยาลดลงเท่ากับ 39.8 ครั้งต่อ 10,000 วันนอน (95% CI : 18.3 ถึง 60.8) หรืออัตราความคลาดเคลื่อนในการส่งยาหลังใช้ระบบดังกล่าวจะเกิดประมาณ 26.4 ครั้งต่อ 10,000 วันนอนต่อเดือน แสดงว่าระบบคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในการส่งยาของแพทย์จากหอผู้ป่วยโรงพยาบาลหนองหานช่วยลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นตอนการส่งยาได้ถึงร้อยละ 60.0 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 อัตราความคลาดเคลื่อนในการส่งยาก่อนและหลังการใช้ระบบคอมพิวเตอร์

	ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95%		P-value
อัตราความคลาดเคลื่อนต่อเดือนก่อนการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ (β_0)	66.0	49.3 ถึง 82.8	<0.001
แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอัตราความคลาดเคลื่อนต่อเดือนที่มีก่อนการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ (β_1)	-1.1	-3.4 ถึง 1.1	0.303
อัตราความคลาดเคลื่อนในการส่งยาที่เปลี่ยนแปลงไปหลังใช้ระบบคอมพิวเตอร์ (β_2)	-39.6	-60.8 ถึง -18.3	0.001
แนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงไปหลังมีการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ (β_3)	0.3	-3.0 ถึง 3.5	0.875

ประเภทความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยา

ความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยาที่เกิดขึ้นตามประเภทของการสั่งจ่ายที่เกิดขึ้นในช่วงก่อนและหลังการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้พบว่ามีย่อยละการเกิดที่ใกล้เคียงกัน ประเภทที่พบมากที่สุดคือ การสั่งจ่ายยาที่เกิดปฏิกิริยาต่อกันคิดเป็นร้อยละ 24.3 และร้อยละ 31.8 ตามลำดับ ประเภทที่พบรองลงมาในช่วงก่อนการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้คือ การสั่งจ่ายยาโดย

ระเบียบวิธีใช้ผิด (ก่อน/หลังอาหาร) ร้อยละ 21.3, การสั่งจ่ายยาที่มีข้อห้ามใช้และสั่งจ่ายยาที่ผู้ป่วยมีประวัติแพ้ยาร้อยละ 18.3 และการสั่งจ่ายซ้ำ (ยาชนิดเดียวกัน) ร้อยละ 17.8 ส่วนช่วงหลังการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้พบการสั่งจ่ายยาที่มีข้อห้ามใช้, และสั่งจ่ายยาโดยระเบียบวิธีใช้ยาผิด (ก่อน/หลังอาหาร) คิดเป็นร้อยละ 22.7 และการสั่งจ่ายซ้ำ (ยาชนิดเดียวกัน) ร้อยละ 13.6 (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 จำนวนและร้อยละของความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยา ก่อนและหลังการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสั่งจ่ายจากหอผู้ป่วย จำแนกตามประเภทของการสั่งจ่ายยา

ประเภทของการสั่งจ่ายยา	ก่อนการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการสั่งจ่ายยา		หลังการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการสั่งจ่ายยา	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1. สั่งจ่ายยาที่มีข้อห้ามใช้	31	18.3	5	22.7
2. สั่งจ่ายซ้ำ(ยาชนิดเดียวกัน)	30	17.8	3	13.6
3. สั่งจ่ายยาที่เกิดปฏิกิริยาต่อกัน	41	24.3	7	31.8
4. สั่งจ่ายยาที่ผู้ป่วยมีประวัติแพ้ยา	31	18.3	2	9.1
5. สั่งจ่ายยาโดยระเบียบวิธีใช้ผิด(ก่อน/หลังอาหาร)	36	21.3	5	22.7
รวม	169	100.0	22	100.0

ความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยาจำแนกตามกลุ่มยา

ในช่วงก่อนนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสั่งจ่ายยาพบว่ากลุ่มยาที่พบการสั่งจ่ายและคลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ ยาบรรเทาหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งเกิดความคลาดเคลื่อนคิดเป็นร้อยละ 19.5 รองลงมาคือกลุ่ม ยาปฏิชีวนะ คิดเป็นร้อยละ 17.2 ส่วนในช่วงหลังการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้กลุ่มยาบรรเทาหัวใจและ

หลอดเลือดยังเป็นกลุ่มยาที่มีการเกิดความคลาดเคลื่อนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 27.3 และรองลงมาคือ ยาลดความดันโลหิตสูงและยาในกลุ่ม NSAIDs คิดเป็นร้อยละ 18.2 ไม่พบการเกิดความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยาในกลุ่มแก้ปวดและยารักษาโรคเกาต์ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 จำนวนและร้อยละของความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยา ก่อนและหลังการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสั่งจ่ายจากหอผู้ป่วย จำแนกตามกลุ่มยา

กลุ่มยา	ก่อนการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการสั่งจ่ายยา		หลังการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการสั่งจ่ายยา	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1. ยาลดระดับน้ำตาลในเลือด	24	14.2	3	13.6
2. ยาลดระดับไขมันในเลือด	18	10.7	2	9.1
3. ยาลดความดันโลหิตสูง	21	12.4	4	18.2
4. ยาบรรเทาหัวใจและหลอดเลือด	33	19.5	6	27.3
5. ยาปฏิชีวนะ	29	17.2	2	9.1

ตารางที่ 5 จำนวนและร้อยละของความคลาดเคลื่อนในการส่งยา ก่อนและหลังการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการส่งยาจากหอผู้ป่วย
จำแนกตามกลุ่มยา (ต่อ)

กลุ่มยา	ก่อนการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ในการส่งยา		หลังการใช้ระบบ คอมพิวเตอร์ในการส่งยา	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
6. ยากลุ่ม NSAID _s	12	7.1	4	18.2
7. ยากลุ่มแก้ปวด	16	9.5	-	-
8. ยาระบบทางเดินอาหาร	9	5.3	1	4.5
9. วิตามินและเกลือแร่	7	4.1	-	-
รวม	169	100.0	22	100.0

ความรุนแรงของความคลาดเคลื่อนในการส่งยาที่ส่งผล ต่อผู้ป่วย ตาม NCC-MERP

สำหรับระดับความรุนแรงของความคลาดเคลื่อนในการ
ส่งยาตามผลลัพธ์ของผู้ป่วยที่แบ่งออกเป็น 9 ระดับตั้งแต่
ระดับ A-I พบว่ามีระดับความรุนแรงที่ไม่แตกต่างกันทั้งในช่วง
ก่อนและหลังการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ ซึ่งพบความรุนแรง
อยู่ในระดับ B มากที่สุดทั้งสองช่วงการศึกษาคือมีความ
คลาดเคลื่อนเกิดขึ้นแต่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ป่วย เนื่องจาก
ความคลาดเคลื่อนไปไม่ถึงผู้ป่วยกล่าวคือ มีการตรวจพบและ
แก้ไขความคลาดเคลื่อนนั้นก่อนคิดเป็นร้อยละ 58.0 และ 77.3
ตามลำดับ รองลงมาคือความรุนแรงระดับ C คือ มีความคลาด

เคลื่อนเกิดขึ้นแต่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ป่วย ถึงแม้ว่าความคลาด
เคลื่อนนั้นจะไปถึงผู้ป่วยแล้วคิดเป็นร้อยละ 37.9 และ 22.7
ตามลำดับ และในช่วงก่อนการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้พบ
ความรุนแรงในระดับ E คือมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นและเป็น
อันตรายต่อผู้ป่วยเพียงชั่วคราวและได้รับการรักษาหรือแก้ไข
เพิ่มเติมคิดเป็นร้อยละ 2.4 นอกจากนั้นยังพบว่าเกิดความ
รุนแรงในระดับ F และเป็นอันตรายต่อผู้ป่วยเพียงชั่วคราว
จำเป็นต้องยืดเวลาในการรักษาผู้ป่วยออกไปอีกคิดเป็นร้อยละ
0.6 อย่างไรก็ตามในช่วงหลังการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ไม่
พบความรุนแรงในระดับที่เป็นอันตรายต่อผู้ป่วยถึงขั้นเสียชีวิต
(ระดับ E-I) (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 จำนวนและร้อยละของความคลาดเคลื่อนในการส่งยาก่อนและหลังการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการส่งยาจากหอผู้ป่วย
จำแนกตามระดับความรุนแรงที่ส่งผลต่อผู้ป่วย ตาม NCC-MERP

ประเภทความรุนแรง	ระดับความรุนแรงของ ความคลาดเคลื่อน	ก่อนการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ในการส่งยา		หลังการใช้ระบบ คอมพิวเตอร์ในการส่งยา	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ไม่เป็นอันตราย	Category A	-	-	-	-
	Category B	98	58.0	17	77.3
	Category C	64	37.9	5	22.7
	Category D	2	1.2	-	-
เป็นอันตราย	Category E	4	2.4	-	-
	Category F	1	0.6	-	-
	Category G	-	-	-	-
	Category H	-	-	-	-
อันตรายจนเสียชีวิต	Category I	-	-	-	-
	รวม	169	100.0	22	100.0

อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการศึกษาโดยใช้ ITS พบว่าการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสั่งจ่ายยาของแพทย์จากหอผู้ป่วยช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยา คิดเป็นร้อยละ 60.0 ของความคลาดเคลื่อนทั้งหมดในช่วงก่อนนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ (66.0 ครั้งต่อ 10,000 วันนอนต่อเดือน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อธิบายได้ว่าระบบคอมพิวเตอร์ที่นำมาช่วยในการสั่งจ่ายยาของแพทย์จากหอผู้ป่วยนี้มีประโยชน์ในการลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการสั่งจ่ายยาในระดับที่ดี สำหรับความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยาที่ยังเกิดขึ้นในช่วงหลังนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้คือเกิดขึ้น 26.4 ครั้งต่อ 10,000 วันนอนต่อเดือน และมีความรุนแรงเพียงระดับ B-C เท่านั้นซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อผู้ป่วยทั้งยังพบว่ามีอยู่ในเกณฑ์ที่โรงพยาบาลยอมรับได้โดยกำหนดไว้ว่าให้เกิดขึ้นได้ไม่เกิน 30 ครั้งต่อ 10,000 วันนอนต่อเดือนและไม่เป็นอันตรายต่อผู้ป่วย

ผลลัพธ์ของอัตราความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยาลดลงหลังนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ที่พบในการศึกษานี้สอดคล้องกับหลักฐานการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบที่ผ่านมาซึ่งศึกษาผลของการสั่งจ่ายยาด้วยระบบคอมพิวเตอร์ต่อการลดลงของความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยาในหอผู้ป่วย พบงานวิจัยที่มีรูปแบบการศึกษาวัดผลก่อนและหลังเพียงครั้งเดียว 13 ฉบับที่แสดงการลดลงของความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยาตั้งแต่ร้อยละ 29 ถึงร้อยละ 96 (Reckmann *et al.*, 2009) ผลจากการวิเคราะห์ด้วย ITS ในการศึกษาประเทศเนเธอร์แลนด์ที่ศึกษาประสิทธิภาพของการสั่งจ่ายยาด้วยระบบคอมพิวเตอร์ (CPOE) ร่วมกับระบบสนับสนุนการตัดสินใจทางคลินิกขั้นพื้นฐาน (CDSS) พบว่าการนำระบบ CPOE/CDSS มาใช้ทำให้ความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยาลดลงจากช่วงก่อนนำระบบมาใช้ร้อยละ 47.9 เหลือเพียงร้อยละ 7.6 (Van *et al.*, 2009) แม้ว่าการศึกษานี้จะประเมินแต่ผลของระบบคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในการสั่งจ่าย ซึ่งต่างจากการศึกษาก่อนหน้านี้ที่ใช้ทั้งระบบคอมพิวเตอร์ (CPOE) และระบบสนับสนุนการตัดสินใจทางคลินิกขั้นพื้นฐาน (CDSS) แต่ให้ผลการศึกษาที่สอดคล้องกันคือทำให้อัตราความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการสั่งจ่ายลดลง การศึกษาในประเทศไทยของอภิสิทธิ์ นวลศรี (Nualsri, 2009) ที่เปรียบเทียบระบบการสั่งจ่ายยาที่บันทึกคำสั่งจ่ายยาลงคอมพิวเตอร์กับแบบเขียนคำสั่งจ่ายยาในโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ พบอัตราความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยาลดลงหลังจากนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้จากร้อยละ 0.16 เป็นร้อยละ 0.14 ในทางตรงข้ามการศึกษาในประเทศอเมริกาพบว่า การนำ

ระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสั่งจ่ายยาของแพทย์ทำให้ความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยามีวิธีใช้และขนาดเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 และร้อยละ 11 ตามลำดับ (Lewis *et al.*, 2009) ซึ่งต่างจากการศึกษาที่ีประเภทความคลาดเคลื่อนทุกประเภทลดลงหลังนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสั่งจ่ายยา ทั้งนี้อาจเกิดขึ้นเพราะบริบทที่ต่างกันของแต่ละโรงพยาบาลทำให้มีระบบการสั่งจ่ายยาและระบบตรวจสอบต่างกันไป

ความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยาที่เกิดขึ้นหลังนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสั่งจ่ายยามีลักษณะการเกิดที่คล้ายกันกับช่วงก่อนการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้เพียงแต่มีจำนวนลดลงเท่านั้นได้แก่ ช่วงเวลาที่เกิดเหตุการณ์ความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยาเป็นช่วงเวลาทำการ (08.30 น.- 16.30 น.) เนื่องจากช่วงเวลาทำการเป็นช่วงเวลาที่มีการสั่งจ่ายยามากที่สุดจึงทำให้มีโอกาสเกิดความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยามากกว่าช่วงเวลาอื่น แพทย์ที่สั่งจ่ายคลาดเคลื่อนมากที่สุดเป็นแพทย์ใหม่ที่มีประสบการณ์ในการปฏิบัติงานน้อยซึ่งอาจยังไม่เข้าใจในระบบการสั่งจ่ายยาที่ถูกต้องของโรงพยาบาล รวมถึงการที่แพทย์มีภาระงานหนักและพักผ่อนน้อยก็เป็นได้ กลุ่มยาโรคหัวใจและหลอดเลือดยังคงเป็นกลุ่มยาที่มีการสั่งจ่ายคลาดเคลื่อนบ่อยถึงแม้ว่าจะมีจำนวนลดลง ในขณะที่หลายการศึกษาพบความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากยากลุ่มปฏิชีวนะเป็นส่วนใหญ่ (Bobb *et al.*, 2004) และประเภทการสั่งจ่ายยาที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดยังคงเป็นการสั่งจ่ายยาที่เกิดปฏิกิริยาต่อกัน อาจเป็นเพราะผู้ป่วยส่วนใหญ่เข้ารักษาด้วยโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดซึ่งยาในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือดสามารถเกิดปฏิกิริยากับยากลุ่มอื่นได้ง่าย

ระบบคอมพิวเตอร์ได้บรรจุข้อมูลของรายการยาที่มีในโรงพยาบาล ช่วยลดความคลาดเคลื่อนในเรื่องการสั่งจ่ายยาที่ไม่มีในบัญชีโรงพยาบาล การสั่งจ่ายยาผิดความแรง และการใช้ตัวย่อที่ไม่ถูกต้อง นอกจากนี้ยังมีข้อมูลขนาดยาและวิธีบริหารยาสามารถช่วยคำนวณขนาดยา รวมถึงการแสดงรายการยาที่แพทย์สั่งใช้แยก เป็นการสั่งจ่ายยาต่อเนื่องและการสั่งจ่ายยาในขนาดใช้หนึ่งวัน แสดงเวลาเริ่มยาและเวลาที่สั่งหยุดใช้ยาอย่างชัดเจนจึงช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยาในรายการที่แพทย์ต้องการหยุดใช้ และยังบรรจุข้อมูลเพื่อความปลอดภัยในการใช้ยา เช่น การใช้สีที่แตกต่างจากสีตัวอักษรทั่วไป และการช่วยแจ้งเตือนเมื่อมีการสั่งจ่ายยาที่ผู้ป่วยมีประวัติแพ้ยา การใช้ยาที่ห้ามใช้ในหญิงตั้งครรภ์หรือกำลังให้นมบุตร การสั่งจ่ายยาที่เกิดปฏิกิริยาต่อกัน และยาที่ต้องมีการระวังพิเศษ จึงช่วยลดความคลาดเคลื่อนในเรื่องดังกล่าว รวมทั้งสามารถสืบค้นข้อมูลประวัติการรักษาของผู้ป่วยทั้งในปัจจุบันและในอดีต

ได้อย่างครบถ้วน อย่างไรก็ตามการสั่งใช้ยาที่สะดวกโดยการกดเลือกมีความเสี่ยงทำให้แพทย์สั่งใช้ยาคลาดเคลื่อนในรายการยา ขนาด หรือวิธีบริหารยาที่ใกล้เคียงกัน ตลอดจนการสั่งใช้ยาซ้ำ รายการยาเดียวกัน แต่สามารถป้องกันได้โดยใช้ความแตกต่างของสีตัวอักษรและระบบการแจ้งเตือน หรือทำให้แพทย์ตระหนักถึงความเสี่ยงดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่าการสั่งใช้ยาด้วยระบบคอมพิวเตอร์โดยแพทย์เป็นผู้บันทึกคำสั่งโดยตรงจากหออผู้ป่วยนั้นช่วยลดความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการสั่งใช้ยาได้ ตลอดจนลดต้นทุนในการดูแลผู้ป่วยกรณีเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์จากการใช้ยา

หลังนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ไม่พบความรุนแรงที่เป็นอันตรายต่อผู้ป่วย (ระดับ E-I) โดยส่วนใหญ่พบความรุนแรงอยู่ในระดับ B-C ซึ่งเป็นความรุนแรงที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ป่วย เนื่องจากการตรวจพบความคลาดเคลื่อนและแก้ไขได้ก่อนที่จะเป็นอันตรายถึงตัวผู้ป่วย สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาในโรงพยาบาลเด็ก ประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งหลังนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสั่งใช้ยาอัตราการความคลาดเคลื่อนทางยาในทุกระดับความรุนแรงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าความรุนแรงในระดับ F-I (อันตรายต่อผู้ป่วยถึงขั้นเสียชีวิต) ลดลงถึงร้อยละ 7 (Walsh *et al.*, 2008) ซึ่งระบบคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในการสั่งใช้ยาของแพทย์จะช่วยลดอัตราการเกิดความคลาดเคลื่อนทางยาและลดระดับความรุนแรงได้ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Longhurst และคณะ (Longhurst *et al.*, 2010) ที่ศึกษาอัตราการตายหลังการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสั่งใช้ยาของแพทย์ในโรงพยาบาลเด็กพบว่าระบบคอมพิวเตอร์มีความสัมพันธ์กับการลดลงของอัตราการตายของเด็กและหลังนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ได้ 18 เดือน อัตราการตายลดลงร้อยละ 20 ของอัตราการตายทั้งหมดก่อนนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ ในทางตรงข้ามผลลัพธ์จากการศึกษานี้ขัดแย้งกับผลลัพธ์ของการศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกาที่พบว่าระบบคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในการสั่งใช้ยามีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของอัตราการตายของเด็กในศูนย์การรักษาเฉพาะทางโดยเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 2.8 เป็นร้อยละ 6.6 หลังนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสั่งใช้ยาของแพทย์ได้ 5 เดือน (Han *et al.*, 2005) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผลลัพธ์ที่วัดจากประชากร และระยะเวลาที่วัดก่อนและหลังนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ของแต่ละการศึกษามีความแตกต่างกันจึงยากต่อการเปรียบเทียบผลการศึกษาได้

ระบบคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในการสั่งใช้ยาของแพทย์จากหออผู้ป่วยทำให้อัตราความคลาดเคลื่อนในการสั่งใช้ยาลดลง

เมื่อเทียบกับการสั่งใช้ยาด้วยการเขียนสั่งยา ซึ่งเป็นข้อดีของการนำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ เพราะทำให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้ป่วยในการใช้ยา นอกจากนี้ยังลดภาระในการจดจำเงื่อนไขของกลุ่มยาประเภทต่าง ๆ และยังสามารถแสดงข้อมูลที่จำเป็นและต้องทราบแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบยาทุกฝ่าย ไม่ว่าจะเป็นแพทย์ผู้สั่งใช้ยา พยาบาลผู้ให้ยา และเภสัชกรผู้จ่ายยา เช่น ประวัติการแพ้ยาของผู้ป่วย ยาที่ห้ามสั่งใช้ร่วมกัน เนื่องจากสามารถเกิดปฏิกิริยาซึ่งกันได้, ความคงตัวของยาชนิดภายหลังการผสม หรือคำเตือนในการใช้ยากลุ่มที่มีความเสี่ยงสูง (high alert drug) ฯลฯ

การศึกษา ITS ครั้งนี้มีการวัดความคลาดเคลื่อนในการสั่งใช้ยาซ้ำ 12 เดือนก่อนและหลังการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสั่งใช้ยาของแพทย์จากหออผู้ป่วย ซึ่งช่วยลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เพราะมีการควบคุมแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทั้งก่อนและหลังการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสั่งใช้ยาในการวิเคราะห์และให้ผลน่าเชื่อถือในการประเมินประสิทธิผลของการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสั่งใช้ยาของแพทย์ เพราะว่าผลจากการวิเคราะห์ด้วย ITS ช่วยอธิบายลักษณะและผลกระทบของแนวโน้มของความคลาดเคลื่อนในการสั่งใช้ยาที่มีการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติได้ อย่างไรก็ตามการศึกษานี้มีข้อจำกัดของการศึกษาบางประการ ดังนั้นการนำผลไปใช้ควรคำนึงถึงข้อจำกัดเหล่านี้ คือความถูกต้องครบถ้วนของข้อมูลความคลาดเคลื่อนในการสั่งใช้ยาเนื่องจากบางครั้งไม่ได้มีการบันทึกข้อมูลทันทีที่พบความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นอาจทำให้ข้อมูลนั้นมีการสูญหายได้ อย่างไรก็ตามผู้วิจัยเชื่อมั่นว่าหลักฐานการวิจัยครั้งนี้มีความน่าเชื่อถือและสามารถนำไปใช้ในสถานพยาบาลที่มีบริบทใกล้เคียงกันกับโรงพยาบาลหนองหานนี้ได้

สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้สนับสนุนการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสั่งใช้ยาของแพทย์จากหออผู้ป่วยเป็นระบบที่สร้างความปลอดภัยด้านการใช้ยาแก่ผู้ป่วย เนื่องจากทำให้ความคลาดเคลื่อนในขั้นตอนการสั่งใช้ยาของแพทย์ลดลงเมื่อเทียบกับการสั่งใช้ยาด้วยระบบการเขียนคำสั่งใช้ยาลงในกระดาษ

สำหรับการศึกษาในอนาคตควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในโรงพยาบาลที่อยู่ในระดับเดียวกัน หรือขนาดใหญ่กว่า เพื่อยืนยันว่าการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสั่งใช้ยาจากหออผู้ป่วยช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการสั่งใช้ยาของแพทย์ได้ใน

โรงพยาบาลทุกระดับ นอกจากนี้ควรมีการประเมินความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการสั่งยา เพื่อสะท้อนปัญหาของระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาบบให้มีความครอบคลุมและเกิดประโยชน์ในการใช้งานระยะยาวมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณกลุ่มงานเภสัชกรรมโรงพยาบาลหนองหาน จังหวัดอุดรธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการสนับสนุนการดำเนินงานและอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

References

- American Society of Hospital Pharmacists. ASHP guidelines on preventing medication errors in hospitals. *Am J Hosp Pharm* 1993; 50:305–14.
- Bobb A, Gleason K, Husch M, Feinglass J, Yarnold PR, Noskin GA. The epidemiology of prescribing errors: the potential impact of computerized prescriber order entry. *Arch Intern Med* 2004; 164:785-92.
- Ferner RE, Aronson JK. Clarification of terminology in medication errors: definitions and classification. *Drug Saf* 2006; 29(11):1011–22.
- Kanjanarat, P., Winterstein, A.G., Johns, T.E., *et al.* Nature of preventable adverse drug events in hospitals: a literature review. *Am J Health-Syst Pharm* 2003; 60: 1750-1759.
- Knudsen, P., Herborg, H., Mortensen, *et al.* Preventing medication errors in community pharmacy: root-cause analysis of transcription errors. *Quality & Safety in Health Care* 2007; 16(4), 285–290.
- Kopp BJ, Erstad BL, Allen ME, *et al.* Medication errors and adverse drug events in an intensive care unit: direct observation approach for detection. *Crit Care Med* 2006 Feb; 34(2):415-25.
- Han, Y. Y., Carcillo, J. A., Venkataraman, S. T., Clark, R. S. B., Watson, R. S., Nguyen, T. C., ... Orr, R. A. Unexpected Increased Mortality after Implementation of a Commercially Sold Computerized Physician Order Entry System. *Pediatrics* 2005; 116(6), 1506
- Lewis P, Dornan T, Taylor D, Tully M, Wass V, Ashcroft D. Prevalence, incidence and nature of prescribing errors in hospital inpatients. *Drug Saf* 2009; 32:379-89.
- Moyen E, Camiré E, Stelfox HT. Clinical review: medication errors in critical care. *Crit Care* 2008; 12(2):208
- Ningsanon T, Juthawattanaton S, Montakartikul P, editor. Prevention of medication errors for patient safety. 2nd ed. BKK: Association of hospital Pharmacy (Thailand); 2005.
- Nualsri A. Medication errors and in-patient computerized prescribing system. *Songkhla Med J* 2006; 24(1):1-8.
- Longhurst, C. A., Parast, L., Sandborg, C. I., *et al.* Decrease in Hospital-wide Mortality Rate After Implementation of a Commercially Sold Computerized Physician Order Entry System. *Pediatrics* 2010, 126(1), 14.
- Pham JC, Story JL, Hicks RW, *et al.* National study on the frequency, types, causes, and consequences of voluntarily reported emergency department medication errors. *J Emerg Med* 2011; 40(5):485-92.
- Pharmaceutical & therapeutic committee Nonghan hospital. Medication error Nonghan hospital Report. Drug Safety Policy 2015; 4-9. Drug Safety Policy 2015; 4-9.
- Qureshi NA. Physicians' medication prescribing in primary care in Riyadh city, Saudi Arabia. Literature review, part 3: prescribing errors. *Eastern Mediterranean Health Journal* 2011; 17(2):134-139.
- Reckmann, M. H., Westbrook, J. I., Koh, Y., Lo, C., & Day, R. O. Does Computerized Provider Order Entry Reduce Prescribing Errors for Hospital Inpatients? A Systematic Review. *Journal of the American Medical Informatics Association : JAMIA* 2009; 16(5), 613–62351.

- Shadish, W.R., Cook, T.D., & Campbell, D.T. Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference. Boston: Houghton Mifflin. 2002.
- Suksriwong C, Ningsanon T, Kesontat N, tisatikun N, Jindawijak B, Jaroensul S, editor. Medication error: Prevention Detection and Report, Standard hospital pharmacy. BKK. Janmong 1998; 116-20.
- Wagner AK, Soumerai SB, Zhang F, Ross-Degnan D. Segmented regression analysis of interrupted time series studies in medication use research. *J Clin Pharm Ther* 2002; 27: 299-309
- Walsh, K. E., Landrigan, C. P., Adams, W. G., Vinci, R. J., Chessare, J. B., Cooper, M. R., Bauchner, H. Effect of Computer Order Entry on Prevention of Serious Medication Errors in Hospitalized Children. *Pediatrics* 2008; 121(3), e421.
- Van Doormaal, J.E., van den Bemt, P. M. L. A., *et al.* Medication errors: the impact of prescribing and transcribing errors on preventable harm in hospitalised patients. *Quality & Safety in Health Care* 2009; 18(1), 22–27
- Van Doormaal JE, van den Bemt PM, Zaal RJ, *et al.* The influence that electronic prescribing has on medication errors and preventable adverse drug events: an interrupted time-series study. *J Am Med Inform Assoc* 2009; 16(6):816-25.
- Yu D-G, Wang X, Li X-Y, *et al.* Electrospun biphasic drug release polyvinylpyrrolidone/ ethyl cellulose core/sheath nanofibers. *Acta Biomater* 2012.
- Yu D-G, Xu Y, Li Z, *et al.* Coaxial Electrospinning with Mixed Solvents: From Flat to Round Eudragit L100 Nanofibers for Better Colon- Targeted Sustained Drug Release Profiles. *J Nanomater* 2014;2014: 8.
- Yu D-G, Yang J-M, Branford-White C, *et al.* Third generation solid dispersions of ferulic acid in electrospun composite nanofibers. *International Journal of Pharmaceutics* 2010;400(1): 158-64.
- Yu D-G, Zhu L-M, White K, Branford-White C. Electrospun nanofiber- based drug delivery systems. *Health* 2009;Vol.01No.02: 9.
- Yurteri CU, Hartman RPA, Marijnissen JCM. Producing Pharmaceutical Particles via Electrospraying with an Emphasis on Nano and Nano Structured Particles - A Review. *KONA Powder Part J* 2010;28: 91-115.
- Zong X, Kim K, Fang D, *et al.* Structure and process relationship of electrospun bioabsorbable nanofiber membranes. *Polymer* 2002;43(16): 4403-12.