

การพัฒนาระบบการบริหารยาคลังที่มีประสิทธิภาพสำหรับโรงพยาบาลเมืองพัทยา

รวีณัฐกานต์ หาญรินทร์¹, สินีนาฏ กริชชาญชัย²

¹กลุ่มงานเภสัชกรรม โรงพยาบาลเมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี

²สาขาการคุ้มครองผู้บริโภคด้านสุขภาพและการบริหารทางเภสัชศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อพัฒนาระบบการบริหารยาคลังให้เหมาะสมกับโรงพยาบาลเมืองพัทยา **วิธีการ:** การศึกษาเชิงพรรณนาครั้งนี้คัดเลือกยา 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3 รายการ ได้แก่ 1) ยากลุ่มที่มีมูลค่าการใช้สูง (ยากลุ่ม A ในการจัดกลุ่มยาแบบ ABC) และมีความสำคัญต่อการรักษามาก (ยากลุ่ม V ในการจัดกลุ่มยาแบบ VEN) หรือเรียกว่ายากลุ่ม AV 2) ยากลุ่มที่มีปริมาณการใช้มาก และ 3) ยากลุ่มที่ขาดคลังบ่อย การศึกษาจัดทำแบบจำลองสถานการณ์ที่มีการกำหนดปริมาณยาคลังต่ำสุดเพื่อเติมเต็มคลังยา โดยพารามิเตอร์ในแบบจำลองประกอบด้วยระยะเวลา นำ ปริมาณการใช้ยาที่พยากรณ์จากค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย 3 เดือนย้อนหลัง และระดับการให้บริการหรือความสามารถในการจ่ายยาให้ได้ครบตามจำนวนที่เบิก ผู้วิจัยเก็บข้อมูลราคาต้นทุนยา ปริมาณการใช้ยาจริง ปริมาณยาคลัง และค่าพยากรณ์ปริมาณการใช้ยาเฉลี่ยต่อเดือน โดยใช้ข้อมูลย้อนหลัง 3 ปีงบประมาณ การประเมินตัวชี้วัดประสิทธิภาพการบริหารยาคลังทำใน 3 ด้าน ได้แก่ มูลค่ายาคลังเฉลี่ยต่อเดือน อัตราหมุนเวียนยาคลังต่อปี และระดับการให้บริการ **ผลการวิจัย:** เมื่อเปรียบเทียบกับแบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน พบว่า ภายใต้แบบจำลองที่ใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย การบริหารยาคลังมีการกำหนดระดับยาคลังต่ำสุด โดยมีระยะเวลานำที่ 0.5 เดือน และระดับบริการที่ร้อยละ 100 เหมาะสมที่สุดสำหรับยาทั้ง 3 กลุ่ม โดยสามารถทำให้ตัวชี้วัดประสิทธิภาพการบริหารยาคลังทั้ง 3 ด้านดีที่สุด โดยพบว่าทำให้มูลค่ายาคลังเฉลี่ยต่อเดือนลดลงร้อยละ 8.6-24.5 ด้านอัตราหมุนเวียนยาคลังเฉลี่ยต่อปีเพิ่มขึ้นร้อยละ 9.4-32.8 ในยาทั้ง 3 กลุ่ม แต่อย่างไรก็ตาม ยากลุ่มที่มียาขาดคลังบ่อย เมื่อกำหนดระยะเวลานำที่ 0.5 เดือน พบว่าปริมาณยาคลังต่ำสุดที่กำหนดไม่เพียงพอต่อปริมาณการใช้ยาส่งผลให้ระดับการให้บริการลดลงอยู่ที่ร้อยละ 97.22 **สรุป:** การประยุกต์นโยบายการบริหารยาคลังแบบต่อเนื่องร่วมกับการใช้เทคนิคการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย และระยะเวลานำที่ 0.5 เดือน มีความเหมาะสมสำหรับยากลุ่ม AV ยากลุ่มที่มีปริมาณการใช้มาก และยาที่มีการขาดคลังบ่อย วิธีนี้ทำให้ตัวชี้วัดประสิทธิภาพการบริหารยาคลังดีขึ้น สามารถลดมูลค่ายาคลังเฉลี่ยต่อเดือน เพิ่มอัตราหมุนเวียนยาคลังเฉลี่ยต่อปี และรับประกันระดับการให้บริการที่ร้อยละ 100 สำหรับยากลุ่ม AV ยากลุ่มที่มีปริมาณการใช้มาก แต่อย่างไรก็ตามระดับการให้บริการของยากลุ่มที่ขาดคลังบ่อยลดลง เภสัชกรจึงควรพิจารณาข้อมูลของปริมาณการใช้ยาที่มากที่สุดในอดีตเพื่อนำมากำหนดปริมาณยาคลังต่ำสุดและสูงสุด

คำสำคัญ: การบริหารยาคลัง การจำแนกประเภทแบบเอบีซี/วีไอเอ็น นโยบายการบริหารยาคลังแบบต่อเนื่อง

รับต้นฉบับ: 13 ก.ค. 2566, ได้รับบทความฉบับปรับปรุง: 8 ส.ค. 2566, รับลงตีพิมพ์: 17 ส.ค. 2566

ผู้ประสานงานบทความ: สินีนาฏ กริชชาญชัย สาขาการคุ้มครองผู้บริโภคด้านสุขภาพและการบริหารทางเภสัชศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร เลขที่ 6 ถนนราชมรรคาใน ตำบลพระปฐมเจดีย์ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000 E-mail: Krichanchai_s@su.ac.th

Developing Effective Pharmacy Inventory Management for Pattaya City Hospital

Raweenattakarn Hanrinth¹, Sineenart Krichanchai²

¹Department of Pharmacy, Pattaya City Hospital

²Department of Health Consumer Protection and Pharmacy Administration, Faculty of Pharmacy, Silpakorn University

Abstract

Objective: To develop an effective pharmacy inventory management system for Pattaya City Hospital.

Methods: This descriptive study focused on three distinct medication groups with three drug items in each group including 1) the group with high value of drug use (Group A in the ABC classification) and with high therapeutic importance (Group V in the VEN classification), also known as AV; 2) the group with high consumption rates; and 3) frequently stock-out medicines. The research involved a simulation of management with minimum stock levels required to replenish the pharmacy inventory. Key parameters in the simulation were lead time, drug consumption forecasted from simple moving average of consumption in the past 3 months, and service level or the ability to dispense medicines in full amount as requested. The researcher collected drug cost, actual drug consumption, and the forecast value of the average monthly drug consumption using the data from the past 3 fiscal years. The evaluation of inventory management efficiency comprised three aspects including average monthly inventory value, inventory turnover rate, and service level.

Results: Compared to the present practice of inventory management, the model with the application of the simple moving average forecasting technique, coupled with the set of minimum stock, a 0.5-month lead time and a 100% service level, proved most effective for all three medication groups. This strategy yielded optimal efficiency indicators across the three aspects. The average monthly inventory value witnessed a reduction of 8.6% to 24.5%, while the inventory turnover rate surged by 9.4% to 32.8% for all three drug groups. However, for frequently stock-out medicines, a 0.5-month lead time resulted in an inadequate minimum stock level, leading to the drop in service levels to 97.22%.

Conclusion: Implementing a continuous review policy alongside the simple moving average with a lead time of 0.5 months was found to be suitable for AV medicines, high-volume medicines, and frequently stock-out medicines. This strategy significantly enhanced efficiency indicators for inventory management, reducing average inventory values and increasing inventory turnover rates, while guaranteeing a 100% service level for AV and high-volume drugs. Nevertheless, service level was lowered for frequently stock-out medicines, and pharmacists are encouraged to incorporate historical maximum demand data when determining appropriate minimum and maximum stock levels.

Keywords: inventory management, ABC/VEN classification, continuous review policy

บทนำ

ยาเป็นสินค้าคงคลังที่สำคัญในการให้บริการทางสุขภาพของโรงพยาบาล ดังนั้น การบริหารยาคงคลังจึงเป็นระบบงานที่สำคัญของกลุ่มงานเภสัชกรรม โดยวัตถุประสงค์หลักของการบริหารยาคงคลัง คือ โรงพยาบาลต้องมียาคงคลังให้พร้อมใช้ในการให้บริการทางสุขภาพ เนื่องจากถ้าโรงพยาบาลมียาไม่เพียงพอต่อการให้บริการและถ้าหากยากลุ่มนั้นเป็นยาช่วยชีวิตหรือยาที่มีความจำเป็นต่อการรักษา อาจส่งผลให้ผู้ป่วยเสียชีวิตหรือต้องได้รับการรักษาในโรงพยาบาลนานขึ้น (1-3) แต่หากโรงพยาบาลมีปริมาณยาที่มากเกินไปอาจทำให้ยาหมดอายุก่อนถูกนำไปใช้ ส่งผลทำให้โรงพยาบาลสูญเสียงบประมาณ และสูญเสียโอกาสที่จะนำเงินไปพัฒนาโรงพยาบาลในด้านอื่น (4-5)

ในการบริหารยาคงคลังโรงพยาบาลต้องแบ่งประเภทยาคงคลัง (6) การแบ่งแบบ ABC เป็นการแบ่งประเภทยาตามมูลค่าของการใช้ยาในรอบปี โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้ ประเภท A คือสินค้าที่มีมูลค่าการใช้ประมาณร้อยละ 70-80 ของมูลค่าสินค้าคงคลังทั้งหมด โดยจำนวนรายการยาคิดเป็นร้อยละ 5-10 ของจำนวนรายการยาคงคลังทั้งหมด; ประเภท B คือสินค้าที่มีมูลค่าการใช้ประมาณร้อยละ 15 ของมูลค่าสินค้าคงคลังทั้งหมด จำนวนรายการยาคิดเป็นร้อยละ 20-30 ของจำนวนรายการยาคงคลังทั้งหมด; ประเภท C คือสินค้าที่มีมูลค่าการใช้เพียงร้อยละ 5-10 ของมูลค่าสินค้าคงคลังทั้งหมด แต่มีจำนวนรายการยาร้อยละ 40-50 ของจำนวนรายการยาคงคลังทั้งหมด

ส่วนการแบ่งประเภทยาแบบ VEN เป็นการแบ่งตามความสำคัญของยาต่อการรักษา คณะกรรมการเภสัชกรรมและการบำบัดของโรงพยาบาลเมืองพัทยาแบ่งยาเป็น 3 กลุ่ม คือ ยากลุ่ม V (vital) เป็นยาที่มีความสำคัญต่อชีวิตมาก จึงต้องมียากลุ่มนี้ในโรงพยาบาลตลอดเวลา ยากลุ่มนี้ได้แก่ยาช่วยชีวิตที่อยู่ในรายการกล่องยาฉุกเฉินและกล่องยาสำหรับการช่วยชีวิต และสารน้ำ; ยากลุ่ม E (essential) เป็นยาที่มีความสำคัญทางการรักษารองลงมา โดยเป็นกลุ่มยาที่ควรมีไว้ในโรงพยาบาล เช่น ยากลุ่มโรคเรื้อรัง ยารักษาตามอาการ; ยากลุ่ม N (non-essential) คือ กลุ่มยาที่อาจมีในโรงพยาบาลซึ่งเป็นยาทางเลือกของยา กลุ่ม E กลุ่มยานอกบัญชียาหลักแห่งชาติ วิตามิน และนมผง

โรงพยาบาลซึ่งเป็นสถานที่วิจัยให้ความสำคัญกับมูลค่าของการใช้ยาในรอบปีและความสำคัญของการมียา

เพียงพอในการรักษา จึงแบ่งประเภทยาในแบบ ABC และ VEN ร่วมกัน ซึ่งจำแนกยาเป็น 9 ประเภท คือ AV, AE, AN, BV, BE, BN, CV, CE และ CN (9, 10) จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การแบ่งประเภทแบบ ABC/VEN ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการจัดการยาคงคลังได้ร้อยละ 25.97 - 28.13 (6,11) และลดมูลค่ายาคงคลังเฉลี่ยได้ร้อยละ 31.91 - 36.02 (6,11-12)

การใช้นโยบายการบริหารยาคงคลังแบบต่อเนื่อง (continuous review policy) พบในโรงพยาบาลจำนวนมาก ทั้งที่เป็นโรงเรียนแพทย์ โรงพยาบาลศูนย์ และโรงพยาบาลชุมชน (2, 5-7, 14) นโยบายดังกล่าวมีการตรวจสอบและบันทึกข้อมูลยาคงคลังทุกครั้งที่มีการรับและจ่ายยา โดยเภสัชกรกำหนดจุดสั่งซื้อและระดับยาคงคลังสูงสุดที่ยอมรับได้ และจะสั่งซื้อสินค้าเมื่อปริมาณยาคงคลังได้ลดลงไปถึงระดับยาคงคลังต่ำสุดที่กำหนดไว้ และจะเติมยาคงคลังจนถึงระดับสูงสุด สำหรับการพยากรณ์เพื่อทำนายปริมาณการใช้ที่เหมาะสม โรงพยาบาลมีการนำเทคนิคการพยากรณ์แบบวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย (simple moving average) โดยวิธีนี้ใช้กับสินค้าที่มีความต้องการใช้ค่อนข้างคงที่ คือกลุ่มที่มีความต้องการใช้บ่อย ปริมาณความต้องการมีความแปรปรวนต่ำ และกลุ่มที่มีความต้องการใช้บ่อย ปริมาณความต้องการมีความแปรปรวนสูง (13,14)

โรงพยาบาลเมืองพัทยายู่ในสังกัดขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นรูปแบบพิเศษของเมืองพัทยา โรงพยาบาลมีระยะเวลาในการจัดซื้อยาแตกต่างจากโรงพยาบาลในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข โดยโรงพยาบาลในสังกัดกระทรวงสาธารณสุขใช้เวลาในการจัดซื้อยาเฉลี่ยที่ 2 สัปดาห์ในการลงนามอนุมัติจัดซื้อยาโดยผู้อำนวยการโรงพยาบาล ในขณะที่โรงพยาบาลเมืองพัทยาแบ่งลำดับขั้นในการลงนามของผู้บริหารถึง 4 ระดับ จึงใช้ระยะเวลาดำเนินการจัดซื้อประมาณ 2 เดือน ปัจจุบันโรงพยาบาลเมืองพัทยาประสบปัญหาเรื่องการบริหารยาคงคลังเนื่องจากไม่มีรูปแบบการสั่งซื้อยาในปริมาณที่เหมาะสมเมื่อเปรียบเทียบมูลค่าจัดซื้อยาต่อปีเฉลี่ย 40 ล้านบาทกับมูลค่าการใช้ยาในแต่ละปีงบประมาณเฉลี่ย 20 ล้านบาท ทำให้มีมูลค่ายาคงคลังประมาณ 20 ล้านบาท ทำให้โรงพยาบาลสูญเสียโอกาสที่จะนำเงินไปหมุนเวียนในการลงทุนในส่วนอื่น จากปัญหาดังกล่าวส่งผลทำให้ยาบางรายการมีปริมาณการสั่งซื้อยามากเกินความจำเป็น โดยเฉพาะยาในกลุ่ม AV (ยากลุ่มที่มีมูลค่าการใช้สูงและมี

ความสำคัญต่อการรักษามาก) ซึ่งมีมูลค่ายาคงคลังประมาณ 15 ล้านบาท และกลุ่มยาโรคเรื้อรังที่มีการใช้มากและต้องสำรองในปริมาณมาก ส่งผลให้มีมูลค่ายาคงคลังสูงขึ้น ในขณะที่ยาบางรายการขาดคลังบ่อยครั้ง ทำให้จำเป็นต้องยืมยาจากโรงพยาบาลใกล้เคียงหลายครั้ง ซึ่งยาที่ขาดคลังหลายรายการอยู่ในกลุ่มยาช่วยชีวิต สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยนำนโยบายบริหารยาคงคลังแบบต่อเนื่องเข้ามาใช้ในการพัฒนาระบบการบริหารยาคงคลังให้มีประสิทธิภาพสำหรับโรงพยาบาลเมืองพัทยา โดยวัดประสิทธิภาพในด้านมูลค่ายาคงคลังเฉลี่ยต่อปี อัตราหมุนเวียนยาคงคลังต่อปี และระดับการให้บริการ

วิธีการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา ซึ่งได้ผ่านการพิจารณาของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศิลปากร หมายเลขใบรับรอง COE 64.0512-063 วันที่ 12 พฤษภาคม พ.ศ.2564

กลุ่มยาที่ศึกษา

การศึกษานี้คัดเลือกตัวแทนยา 3 กลุ่ม คือ 1) ยากลุ่ม AV 2) ยากลุ่มที่มีปริมาณการใช้มาก และ 3) ยากลุ่มที่ขาดคลังบ่อย โดยผู้วิจัยเลือกยาใน 3 ลำดับแรกของยาแต่ละกลุ่มรวมทั้งหมดเป็น 9 รายการเป็นตัวแทนกรณีศึกษา ดังนี้

1) ยากลุ่ม AV เลือกเฉพาะยาที่มีมูลค่าหมุนเวียนยาต่อปีมากที่สุด (ยากลุ่ม A) ประมาณ 20 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 70 ของมูลค่าการหมุนเวียนยาทั้งหมดประมาณ 28.6 ล้านบาท หลังจากนั้นเรียงลำดับยาในกลุ่ม A ตามมูลค่ายาหมุนเวียน และนำมาวิเคราะห์หาค่าด้วยเทคนิคการแบ่งประเภทแบบ VEN ตามที่กำหนดโดยคณะกรรมการเภสัชกรรมและการบำบัดของโรงพยาบาล การศึกษาเลือกยาที่มีความสำคัญต่อการรักษามากที่สุด (vital) หรือยากลุ่ม V ใน 3 ลำดับแรก ได้แก่ erythropoietin, rabies vaccine และ oseltamivir

2) ยากลุ่มที่มีปริมาณการใช้มาก โดยเลือกยาที่มีปริมาณการใช้มากที่สุดจาก 3 ปีงบประมาณเป็นตัวแทนข้อมูลรายงานการใช้จากระบบสารสนเทศโรงพยาบาล (โปรแกรม HIMs) พบว่า ยากลุ่มนี้ได้แก่ 1) metformin มีปริมาณการใช้ 4,403,156 เม็ด คิดเป็นมูลค่า 1,541,104.60 บาท 2) losartan มีปริมาณการใช้ 2,336,834 เม็ด คิดเป็นมูลค่า 2,149,887.28 บาท และ 3) glipizide มีปริมาณการใช้

ใช้ 2,219,146 เม็ด คิดเป็นมูลค่า 488,212.12 บาท ทั้งหมดเป็นยารักษาโรคเรื้อรังที่ผู้ป่วยควรได้รับยาต่อเนื่องจึงต้องป้องกันไม่ให้เกิดการขาดคลัง

3) ยากลุ่มที่ขาดคลังบ่อยหรือมีความถี่ในการขาดคลังบ่อยครั้ง ผู้วิจัยเลือกยา 3 อันดับแรกจากข้อมูลรายงานความถี่ในการยืมยาจากภายนอกจากโปรแกรม HIMs ได้แก่ fosfomycin, colistin และ midazolam ซึ่งมีจำนวนครั้งในการยืมยา 15 ครั้ง, 13 ครั้ง และ 12 ครั้ง ในระยะเวลา 1 ปี ตามลำดับ ยาที่มีการขาดคลังบ่อยเป็นตัวแทนยาที่พบปัญหาจากการกำหนดปริมาณยาคงคลังต่ำสุด ปริมาณการสั่งซื้อ และระยะเวลานาทีเหมาะสม

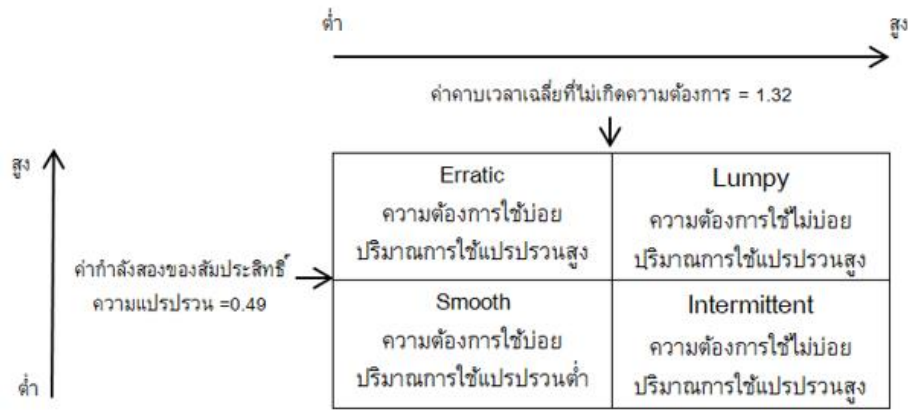
ข้อตกลงเบื้องต้นในการวิจัย

การศึกษามีข้อตกลงเบื้องต้น ดังนี้ 1. ยาแต่ละรายการในโรงพยาบาลมีเพียงยี่ห้อเดียวเท่านั้น 2. การคำนวณจำนวนยาใช้หน่วยย่อยที่สุดของยา เช่น เม็ด แคปซูล ขวด ampule vial เป็นต้น และ 3. ในการเติมยาเข้าคลัง เมื่อปริมาณยาคงคลังลดลงถึงจุดปริมาณยาคงคลังต่ำสุดหรือจุดสั่งซื้อ คลังยามีความสามารถในการเติมยาคลังเติมจำนวนตามความต้องการโดยไม่เกิดสินค้าค้างส่ง (backorder) จากบริษัทฯ

การจำแนกรูปแบบความต้องการใช้ยา

การจำแนกรูปแบบความต้องการใช้ยา (types of demands) ทำเพื่อให้สามารถเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูล และได้ค่าพยากรณ์ที่แม่นยำ (15) การจำแนกพิจารณาจาก 2 ปัจจัย คือ 1) ค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์ (average inter-demand interval, ADI) คือ ช่วงระยะเวลาเฉลี่ยของการเกิดอุปสงค์แต่ละครั้ง ซึ่งคำนวณได้จากจำนวนช่วงระยะเวลาที่เกิดอุปสงค์หารด้วยจำนวนครั้งที่เกิดอุปสงค์ และ 2) ค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV^2) โดย CV หาได้จากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์หารด้วยค่าเฉลี่ยของอุปสงค์

รูปแบบของอุปสงค์จำแนกตามแนวคิดของ Syntetos และคณะ แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ smooth, erratic, intermittent และ lumpy (ดังแสดงในรูปที่ 1) สำหรับอุปสงค์รูปแบบ smooth ($ADI \leq 1.32$ และ $CV^2 \leq 0.49$) เป็นกลุ่มที่มีความต้องการใช้บ่อย (ADI ที่น้อย บ่งบอกความต้องการใช้ที่บ่อย) และมีปริมาณความต้องการที่มีความแปรปรวนต่ำ ส่วนอุปสงค์รูปแบบ erratic ($ADI \leq 1.32$ และ $CV^2 > 0.49$) เป็นกลุ่มที่มีความต้องการใช้บ่อย แต่มีปริมาณความต้องการมีความแปรปรวนสูง สำหรับงานวิจัยนี้ กลุ่มยาที่น่า



รูปที่ 1. รูปแบบอุปสงค์ตามแนวคิดของ Syntetos และคณะ (15)

มาศึกษารูปแบบอุปสงค์แบบที่มีความต้องการใช้บ่อย และปริมาณความต้องการที่มีความแปรปรวนต่ำ (smooth) และกลุ่มที่มีความต้องการใช้บ่อย และมีปริมาณความต้องการที่มีความแปรปรวนสูง (erratic) (ดังแสดงในตารางที่ 1)

ตัวแปรที่ศึกษาในแบบจำลอง

ตัวแปรที่ศึกษาในแบบจำลองสถานการณ์มี 3 ตัว ได้แก่ ระยะเวลา นำ ระดับการให้บริการ และเทคนิคการพยากรณ์วิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ระยะเวลา นำนับตั้งแต่ครั้งยาจัดทำบันทึกแสดงความต้องการซื้อยาจนถึงเวลาที่ได้รับยาเข้าคลังยาเรียบร้อยแล้ว การศึกษากำหนดระยะเวลาเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 2 เดือน, 1 เดือน และ 0.5 เดือน ส่วนระดับการ

ให้บริการกำหนดที่ร้อยละ 100 เนื่องจากโรงพยาบาลควรมียาให้บริการตอบสนองทุกความต้องการใช้ยา

สำหรับเทคนิคการพยากรณ์ การศึกษานำข้อมูลการใช้ยา 3 เดือนย้อนหลังในปีงบประมาณ 2561-2563 มาใช้คำนวณค่าพยากรณ์แต่ละเดือนของโรงพยาบาลโดยใช้วิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย ยกตัวอย่าง นำข้อมูลปริมาณการใช้ยาเดือน มกราคม กุมภาพันธ์ และมีนาคมในปี พ.ศ. 2561 มาหาค่าเฉลี่ยเพื่อทำนายปริมาณการใช้ยาของเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2561 ทั้งนี้ นพพล คณากรยิ่งยศ (14) เสนอแนะให้ใช้วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในการพยากรณ์ค่าความต้องการสินค้ากับสินค้าที่มีความต้องการใช้บ่อยและปริมาณ

ตารางที่ 1. รูปแบบความต้องการใช้ยาทั้ง 9 รายการที่ศึกษา

รายการยา	ประเภทของยา	ADI	S.D.	ค่าเฉลี่ย	CV ²	รูปแบบ	
						ความต้องการ	ความแปรปรวน
erythropoietin	AV	1.00	319.63	420.97	0.58	บ่อย	สูง
rabies vaccine	AV	1.00	73.08	218.53	0.11	บ่อย	ต่ำ
oseltamivir	AV	1.29	1100.47	1937.50	0.32	บ่อย	ต่ำ
metformin	ยาที่ใช้ปริมาณมาก	1.00	25828.58	123362.83	0.04	บ่อย	ต่ำ
losartan	ยาที่ใช้ปริมาณมาก	1.00	18201.70	66918.86	0.07	บ่อย	ต่ำ
glipizide	ยาที่ใช้ปริมาณมาก	1.00	11014.38	61319.44	0.03	บ่อย	ต่ำ
fosfomycin	ยาที่ขาดคลังบ่อย	1.29	113.32	111.11	1.04	บ่อย	สูง
colistin	ยาที่ขาดคลังบ่อย	1.29	51.78	47.75	1.18	บ่อย	สูง
midazolam	ยาที่ขาดคลังบ่อย	1.03	91.98	115.71	0.63	บ่อย	สูง

หมายเหตุ: AV หมายถึง ยากลุ่มที่มีมูลค่าการใช้สูง (ยากลุ่ม A ในการจัดกลุ่มยาแบบ ABC) และมีความสำคัญต่อการรักษามาก (ยากลุ่ม V ในการจัดกลุ่มยาแบบ VEN) หรือเรียกว่ายากลุ่ม AV; ADI ย่อมาจาก average inter-demand interval คือ ช่วงระยะเวลาเฉลี่ยของการเกิดอุปสงค์แต่ละครั้ง; S.D. ย่อมาจาก standard deviation คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน; CV² ย่อมาจาก coefficient variability คือ ค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน

ตารางที่ 2. สรุปรามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณแบบจำลองสถานการณ์

สถานการณ์	ความต้องการ ($\bar{d}$)	ระยะเวลา นำ (LT)	ปริมาณยาคง คลังสำรอง	ปริมาณยาคงคลัง สูงสุด	ระดับการ ให้บริการ
สถานการณ์ ปัจจุบัน	ความต้องการที่ใช้จริง	2 เดือน	ปริมาณการใช้ เฉลี่ย 1 เดือน	8 เดือน	-
สถานการณ์ใน อนาคตที่ 1	ค่าพยากรณ์โดยใช้วิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย	2 เดือน	$Z \sigma_d \sqrt{LT}$	8 เดือน	ร้อยละ 100
สถานการณ์ใน อนาคตที่ 2	ค่าพยากรณ์โดยใช้วิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย	1 เดือน	$Z \sigma_d \sqrt{LT}$	8 เดือน	ร้อยละ 100
สถานการณ์ใน อนาคตที่ 3	ค่าพยากรณ์โดยใช้วิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย	0.5 เดือน	$Z \sigma_d \sqrt{LT}$	8 เดือน	ร้อยละ 100

ความต้องการมีความแปรปรวนต่ำ หรือสินค้าที่มีความต้องการใช้บ่อยและความต้องการมีความแปรปรวนสูง

นโยบายการบริหารยาคงคลังแบบต่อเนื่อง

งานวิจัยนี้ได้นำนโยบายการบริหารยาคงคลังแบบต่อเนื่องมาประยุกต์ใช้ โดยกำหนดระดับยาคงคลังต่ำสุด และให้ถือเป็นจุดสั่งซื้อ เมื่อยาลดลงถึงจุดต่ำสุดจะต้องเติมเต็มสินค้าคงคลังจนถึงจุดสูงสุดที่กำหนด (17) งานวิจัยนี้กำหนดระดับยาคงคลังต่ำสุดและระดับยาคงคลังสูงสุดเป็นค่าคงที่ โดยใช้ข้อมูลการใช้ในปีงบประมาณ 2561-2563 มาคำนวณตามสมการดังต่อไปนี้

$$\text{ระดับยาคงคลังต่ำสุด} = (\bar{d} \times LT) + SS$$

$\bar{d}$ = ความต้องการเฉลี่ยต่อเดือน ซึ่งคำนวณจากค่าพยากรณ์วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายโดยใช้ข้อมูลเฉลี่ยของ 36 เดือน; LT = เวลารนำ คือช่วงระยะเวลาตั้งแต่สั่งซื้อสินค้าจนกระทั่งได้สินค้านั้นเข้าคลัง; SS = ปริมาณยาคงคลังสำรอง

ปริมาณยาคงคลังสูงสุดกำหนดไว้ที่ปริมาณการใช้ยาจริงเฉลี่ย 8 เดือนตามนโยบายที่กำหนดจากผู้บริหารและคณะกรรมการเภสัชกรรมและการบำบัดของโรงพยาบาล เนื่องจากมีระยะเวลาในการจัดซื้อยานาน โดยกำหนดให้เป็นปริมาณยาคงคลังสูงสุดในทุกแบบจำลองสถานการณ์ที่ศึกษา

แบบจำลองสถานการณ์ที่ศึกษา

การศึกษาจำลองสถานการณ์ออกเป็น 4 รูปแบบ คือ การจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน (AS-IS process) และการจำลองสถานการณ์ในอนาคต (TO-BE process) 3 สถานการณ์ ตารางที่ 3 สรุปรามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณแบบจำลองสถานการณ์

แบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน: สถานการณ์ปัจจุบันของโรงพยาบาลเป็นการนำค่าเฉลี่ยความต้องการใช้ยาที่แท้จริงของยาในช่วง 3 ปีงบประมาณมาใช้ในการตัดสินใจบริหารยาคงคลัง โดยไม่ได้นำค่าพยากรณ์มาใช้ในการบริหารยาคงคลัง โรงพยาบาลประยุกต์ใช้นโยบายการบริหารยาคงคลังแบบต่อเนื่อง ซึ่งกำหนดปริมาณยาคงคลังสูงสุดที่ปริมาณการใช้ยาเฉลี่ย 8 เดือนและกำหนดระดับยาคงคลังต่ำสุดจากสมการ $(\bar{d} \times LT) + SS$ ดังกล่าวมาแล้ว ระยะเวลาที่กำหนดที่ 2 เดือน และปริมาณยาคงคลังสำรองกำหนดเท่ากับปริมาณการใช้เฉลี่ยที่ 1 เดือน (ตารางที่ 2)

แบบจำลองสถานการณ์ในอนาคตทั้งสามแบบ กำหนดวิธีการบริหารยาคงคลังแบบต่อเนื่อง ระดับยาคงคลังต่ำสุดและระดับยาคงคลังสูงสุดถูกกำหนดเป็นค่าคงที่โดยใช้ข้อมูลปริมาณการใช้ยาในแต่ละเดือนของปีงบประมาณ 2561-2563 มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายของปริมาณการใช้เฉลี่ยต่อเดือนในช่วง 3 ปีงบประมาณ และนำมาคำนวณหาค่าคงที่ของระดับยาคงคลังต่ำสุดและระดับยาคงคลังสูงสุด ระดับยาคงคลังสูงสุดเท่ากับปริมาณความต้องการใช้ 8 เดือน การคำนวณระดับยาคงคลังต่ำสุดใช้สูตร $(\bar{d} \times LT) + SS$ โดยคำนวณ SS หรือปริมาณยาคงคลังสำรองจากสูตร $Z \sigma_d \sqrt{LT}$ โดย Z คือ ค่าคงที่เป็นจำนวนเท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งการกำหนดระดับการให้บริการไว้ที่ร้อยละ 100 มีค่า $Z = 3.09$ ส่วนค่า σ_d คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการใช้ยา คำนวณจาก SD ของค่าพยากรณ์ความต้องการใช้ยา 36 เดือน ส่วน $\sqrt{LT}$ คือ รากที่สองของระยะเวลานำ

สถานการณ์ในอนาคตทั้งสามแบบพยากรณ์ปริมาณการใช้ยาจากค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย 3 เดือนย้อนหลัง การบริหารยาของคลังกำหนดค่าระดับยาของคลังต่ำสุดดังกล่าวมาแล้ว และกำหนดระดับการให้บริการร้อยละ 100 สถานการณ์ที่ 1, 2 และ 3 กำหนดระยะเวลาที่น่าที่ 2 เดือน, 1 เดือน และ 0.5 เดือน ตามลำดับ เมื่อปริมาณยาของคลังถูกใช้จนลดระดับถึงปริมาณยาของคลังต่ำสุด เกสซ์กรจะสั่งซื้อยามาเติมคลัง โดยคำนวณจากปริมาณยาของคลังสูงสุดลบด้วยปริมาณยาที่คงเหลือขณะนั้น

ตัวอย่างการคำนวณในกรณีของ rabies vaccine ภายใต้แบบจำลองสถานการณ์ที่ 3 มีดังนี้ ค่าพยากรณ์ปริมาณการใช้เฉลี่ยต่อเดือน 215 vials ระยะเวลา 0.5 เดือน ระดับการให้บริการร้อยละ 100 ($Z = 3.09$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการใช้ยาโดยใช้ค่าพยากรณ์ความต้องการใช้ยาทั้ง 36 เดือน $\sigma_d = 55.29$ การคำนวณปริมาณยาของคลังสำรอง ใช้สูตร $SS = Z \sigma_d \sqrt{LT}$ หรือ 121 vials ปริมาณยาของคลังต่ำสุดคำนวณจากสูตร $(\bar{d} \times LT) + SS$ ได้เท่ากับ 229 vials

ประสิทธิภาพของการบริหารยาของคลัง

การศึกษานำข้อมูลของยาทั้ง 9 รายการตามตารางที่ 1 มาใช้เพื่อจำลองสถานการณ์การบริหารยาของคลังทั้ง 4 แบบตามที่กำหนดไว้ การคำนวณตัวชี้วัดประสิทธิภาพ 3 ตัวในการบริหารยาของคลังภายใต้การจำลองสถานการณ์ทำดังนี้

1) มูลค่ายาของคลังเฉลี่ยต่อเดือน = จำนวนยาของคลังที่คงเหลือต่อเดือนคูณด้วยราคาต่อหน่วย โดยที่ จำนวนยาของคลังที่คงเหลือ เท่ากับ ผลรวมของ (ปริมาณยาของคลังต้นเดือน - ปริมาณการใช้ยาต่อเดือน) ทั้ง 36 เดือนหารด้วย 36;

2) ตัวชี้วัดอัตราหมุนเวียนยาของคลังต่อปี = มูลค่ายาที่ใช้ต่อปีหารด้วยมูลค่ายาของคลังเฉลี่ยต่อเดือน (18) และ

3) ระดับการให้บริการซึ่งในงานวิจัยนี้หมายถึงการที่คลังยาสามารถจ่ายยาครบได้ตามจำนวนที่ระบุในใบเบิกได้ครบทุกครั้ง ซึ่งบ่งบอกว่าปริมาณยาของคลังมีมากกว่าปริมาณการใช้ การคำนวณทำย้อนหลังทั้งหมด 36 เดือน โดยกำหนดให้เบิกยาได้เดือนละ 1 ครั้ง ตัวอย่างการคำนวณมีดังนี้ หากต้องการเบิกยาจำนวน 20 เม็ด แต่คลังยาจ่ายยาได้เพียง 10 เม็ด นับเป็นยาขาดคลัง 1 ครั้ง หากสามารถให้บริการยาได้ 35 ครั้งจากทั้งหมด 36 ครั้ง คิดเป็นระดับการให้บริการที่ร้อยละ 97.22

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรม Microsoft Excel โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาคำนวณและแสดงร้อยละของอุปสงค์ของยาในแต่ละรูปแบบ ค่าเฉลี่ยของมูลค่าการใช้ยา ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการใช้ยา ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และประสิทธิภาพของตัวชี้วัดการบริหารยาของคลังทั้งสามด้าน

ผลการวิจัย

แบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน

ผลการศึกษาในแบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน (ความต้องการคำนวณจากความต้องการที่ใช้จริง ระยะเวลา 2 เดือน ปริมาณยาของคลังสำรองเท่ากับปริมาณการใช้เฉลี่ย 1 เดือน และปริมาณยาของคลังสูงสุดเท่ากับ 8 เดือน) แสดงอยู่ในตารางที่ 3 ยากลุ่ม AV (erythropoietin, rabies vaccine และ oseltamivir) ในแบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบันมีมูลค่ายาของคลังเฉลี่ยต่อเดือน 1,078,925, 296,535 และ 218,350 บาท ตามลำดับ อัตราหมุนเวียนยาของคลังต่อปีอยู่ในช่วง 2.21 – 2.35 และมีระดับการให้บริการอยู่ที่ร้อยละ 100

ยากลุ่มที่มีปริมาณการใช้มากในการศึกษา ได้แก่ ยา metformin, losartan และ glipizide ในแบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน พบว่า มีมูลค่ายาของคลังเฉลี่ยต่อเดือน 208,628, 293,232 และ 65,960 บาท ตามลำดับ มีอัตราหมุนเวียนยาของคลังต่อปีอยู่ในช่วง 2.40-2.48 และมีระดับการให้บริการร้อยละ 100

ยากลุ่มที่มียาขาดคลังบ่อยครั้งในแบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน ได้แก่ ยา fosfomycin, colistin และ midazolam มีมูลค่ายาของคลังเฉลี่ยต่อเดือน 104,250, 37,260 และ 8,775 บาท ตามลำดับ มีอัตราหมุนเวียนยาของคลังต่อปีอยู่ในช่วง 2.14-2.50 และมีระดับการให้บริการร้อยละ 97.22, ร้อยละ 97.22 และร้อยละ 100 ตามลำดับ

แบบจำลองสถานการณ์ที่ 1

ผลการศึกษาในสถานการณ์จำลองที่ 1 (ความต้องการพยากรณ์จากการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย ระยะเวลา 2 เดือน ปริมาณยาของคลังสำรองเท่ากับการคำนวณตามสูตรที่กำหนดตามตารางที่ 2 ปริมาณยาของคลังสูงสุดเท่ากับ 8 เดือน และระดับบริการที่ร้อยละ 100) แสดงอยู่ในตารางที่ 4

ยากลุ่ม AV ได้แก่ ยา erythropoetin, rabies vaccine และ oseltamivir ในแบบจำลองสถานการณ์ที่ 1 พบว่า มีมูลค่ายาคงคลังเฉลี่ยต่อเดือน 1,181,925, 296,800 และ 263,450 บาท ตามลำดับ อัตราหมุนเวียนยาคงคลังต่อปีอยู่ในช่วง 1.83 – 2.35 และมีระดับการให้บริการอยู่ที่ร้อยละ 100

ยากลุ่มที่มีปริมาณการใช้มาก ได้แก่ ยา metformin, losartan และ glipizide ในแบบจำลองสถานการณ์ที่ 1 พบว่า มีมูลค่ายาคงคลังเฉลี่ยต่อเดือน 208,623, 273,823, และ 60,960 บาท ตามลำดับ มีอัตราหมุนเวียนยาคงคลังต่อปีอยู่ในช่วง 2.48-2.60 และมีระดับการให้บริการ ร้อยละ 100

ยากลุ่มที่มียาขาดคลังบ่อย ได้แก่ ยา fosfomycin, colistin และ midazolam ในแบบจำลองสถานการณ์ที่ 1 พบว่า มีมูลค่ายาคงคลังเฉลี่ยต่อเดือน 130,250, 46,620 และ 10,065 บาท ตามลำดับ มีอัตราหมุนเวียนยาคงคลังต่อปีอยู่ในช่วง 1.71-2.04 และมีระดับการให้บริการ ร้อยละ 100

แบบจำลองสถานการณ์ที่ 2

เมื่อมีการจำลองสถานการณ์ที่ 2 ภายใต้การพยากรณ์ความต้องการใช้ยาจากค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย ระยะเวลา 1 เดือน ปริมาณยาคงคลังสำรองเท่ากับการคำนวณตามสูตรที่กำหนดตามตารางที่ 2 ปริมาณยาคงคลังสูงสุดเท่ากับ 8 เดือน และระดับบริการที่ร้อยละ 100 ผลการศึกษาที่ได้แสดงอยู่ในตารางที่ 5

ยากลุ่ม AV ได้แก่ ยา erythropoetin, rabies vaccine และ oseltamivir ในแบบจำลองสถานการณ์ที่ 2 มีมูลค่ายาคงคลังเฉลี่ยต่อเดือน 1,048,540, 256,255 บาท และ 229,175 บาท ตามลำดับ อัตราหมุนเวียนยาคงคลังต่อปีอยู่ในช่วง 2.11 – 2.72 และมีระดับการให้บริการอยู่ที่ร้อยละ 100

ยากลุ่มที่มีปริมาณการใช้มาก ได้แก่ ยา metformin, losartan และ glipizide ในสถานการณ์ที่ 2 พบว่า มีมูลค่ายาคงคลังเฉลี่ยต่อเดือน 182,373, 239,636 และ 55,807 บาท ตามลำดับ มีอัตราหมุนเวียนยาคงคลังต่อปีอยู่ในช่วง 2.84-2.95 และมีระดับการให้บริการร้อยละ 100

ตารางที่ 3. ผลการศึกษาของแบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน

รายการยา	กลุ่มยา AV			กลุ่มยาที่มีปริมาณการใช้มาก			กลุ่มยาที่มีการขาดคลังบ่อย		
	erythro-poetin	rabies vaccine	oselta mivir	metfor min	losartan	glipi zide	fosfomycin	colistin	mida zolam
ผลการศึกษา									
ปริมาณการใช้ยาเฉลี่ยต่อเดือน (หน่วย)	421	219	1,609	123,363	64,077	60,022	87	37	114
ปริมาณซื้อเฉลี่ยต่อครั้ง (หน่วย)	3,100	1,620	8,500	927,500	490,500	464,000	610	260	760
จำนวนครั้งที่ต้องจัดซื้อต่อปี (ครั้ง)	1.3	1.3	2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.7	1.7
มูลค่าการจัดซื้อรวมเฉลี่ยต่อปี (บาท)	2,075,450	558,090	425,000	324,625	451,260	102,080	198,250	79,560	19,380
ปริมาณคงคลังเฉลี่ยต่อเดือน (หน่วย)	2,095	1,119	8,734	596,079	318,730	299,816	417	207	585
ตัวชี้วัด									
มูลค่ายาคงคลังเฉลี่ยต่อเดือน (บาท)	1,078,925	296,535	218,350	208,628	293,232	65,960	104,250	37,260	8,775
อัตราหมุนเวียนยาคงคลัง	2.41	2.35	2.21	2.48	2.41	2.40	2.50	2.14	2.34
ระดับการให้บริการ (ร้อยละ)	100	100	100	100	100	100	97.22	97.22	100

ตารางที่ 4. ผลการศึกษาของแบบจำลองสถานการณ์ที่ 1

รายการยา	กลุ่มยา AV			กลุ่มยาที่มีปริมาณการใช้มาก			กลุ่มยาที่มีการขาดคลังบ่อย		
	erythro-poetin	rabies vaccine	oselta mivir	metfor min	losartan	glipi zide	fosfomycin	colistin	mida zolam
ผลการศึกษา									
ปริมาณการใช้ยาเฉลี่ยต่อเดือน (หน่วย)	421	219	1,609	123,363	64,077	60,022	87	37	114
ปริมาณซื้อเฉลี่ยต่อครั้ง (หน่วย)	1,850	1,190	6,250	350,400	381,000	371,000	290	120	540
จำนวนครั้งที่ต้องจัดซื้อต่อปี (ครั้ง)	2.3	2	3	2	2	2	3.3	3.7	2.3
มูลค่าการจัดซื้อรวมเฉลี่ยต่อปี (บาท)	2,191,325	630,700	468,750	122,640	350,520	81,620	239,250	79,920	18,630
ปริมาณคงคลังเฉลี่ยต่อเดือน (หน่วย)	2,295	1,120	11,045	596,065	297,634	277,046	559	247	671
ตัวชี้วัด									
มูลค่ายาคงคลังเฉลี่ยต่อเดือน (บาท)	1,181,925	296,800	263,450	208,623	273,823	60,950	130,250	46,620	10,065
อัตราหมุนเวียนยาคงคลัง	2.20	2.35	1.83	2.48	2.58	2.60	2.00	1.71	2.04
ระดับการให้บริการ (ร้อยละ)	100	100	100	100	100	100	100	100	100

ยากลุ่มที่มียาขาดคลังบ่อย ได้แก่ ยา fosfomycin, colistin และ midazolam ในแบบจำลองสถานการณ์ที่ 2 พบว่ามีมูลค่ายาคงคลังเฉลี่ยต่อเดือน 105,250, 42,480 และ 8,295 บาท ตามลำดับ มีอัตราหมุนเวียนยาคงคลังต่อปีอยู่ในช่วง 1.88-2.48 และมีระดับการให้บริการร้อยละ 100

แบบจำลองสถานการณ์ที่ 3

เมื่อมีการจำลองสถานการณ์ที่ 2 ภายใต้การพยากรณ์ความต้องการใช้ยาจากค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายระยะเวลานำ 0.5 เดือน ปริมาณยาคงคลังสำรองเท่ากับการคำนวณตามสูตรที่กำหนดตามตารางที่ 2 ปริมาณยาคงคลังสูงสุดเท่ากับ 8 เดือน และระดับบริการที่ร้อยละ 100 ผลการศึกษาที่ได้แสดงอยู่ในตารางที่ 6

ยากลุ่ม AV ได้แก่ ยา erythropoetin, rabies vaccine และ oseltamivir ในแบบจำลองสถานการณ์ที่ 3 พบว่ามีมูลค่ายาคงคลังเฉลี่ยต่อเดือน 983,135, 229,225 และ 174,100 บาท ตามลำดับ มีอัตราหมุนเวียนยาคงคลังต่อปีอยู่ในช่วง 2.11 – 2.72 และมีระดับการให้บริการอยู่ที่ร้อยละ

100 ส่วนยากลุ่มที่มีปริมาณการใช้มาก ได้แก่ ยา metformin, losartan และ glipizide ในแบบจำลองสถานการณ์ที่ 3 พบว่ามีมูลค่ายาคงคลังเฉลี่ยต่อเดือน 171,807, 221,316 และ 52,501 บาท ตามลำดับ มีอัตราหมุนเวียนยาคงคลังต่อปีอยู่ในช่วง 3.02-3.20 และมีระดับการให้บริการร้อยละ 100

ยากลุ่มที่มียาขาดคลังบ่อย ได้แก่ ยา fosfomycin, colistin และ midazolam ในแบบจำลองสถานการณ์ที่ 3 พบว่ามีมูลค่ายาคงคลังเฉลี่ยต่อเดือน 89,750, 31,320 และ 8,025 บาท ตามลำดับ มีอัตราหมุนเวียนยาคงคลังต่อปีอยู่ในช่วง 1.88-2.48 และมีระดับการให้บริการลดลงเหลือร้อยละ 97.22 ทั้ง 3 รายการ

มูลค่ายาคงคลังเฉลี่ยต่อเดือน

เมื่อเปรียบเทียบตัวชี้วัดในด้านมูลค่ายาคงคลังเฉลี่ยต่อเดือน พบว่า ภายใต้แบบจำลองสถานการณ์ที่ 3 ยาทั้ง 3 กลุ่ม ได้แก่ ยากลุ่ม AV ยากลุ่มที่มีปริมาณการใช้มาก และยากลุ่มที่มียาขาดคลังบ่อยครั้ง มีมูลค่ายาคงคลังเฉลี่ย

ลดลงมากที่สุดเมื่อเทียบกับแบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน
แบบจำลองสถานการณ์ที่ 1 และ 2 ดังแสดงในรูปที่ 2

อัตราหมุนเวียนยาคลังเฉลี่ยต่อปี

ในด้านอัตราหมุนเวียนยาคลังเฉลี่ยต่อปีพบว่า
ภายใต้แบบจำลองสถานการณ์ที่ 3 ยาทั้ง 3 กลุ่ม ได้แก่ ยา
กลุ่ม AV ยากลุ่มที่มีปริมาณการใช้มาก และยากลุ่มที่มียา
ขาดคลังบ่อย มีอัตราหมุนเวียนยาคลังต่อปีเพิ่มขึ้นมาก
ที่สุด เมื่อเทียบกับแบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน และ
แบบจำลองสถานการณ์ที่ 1 และ 2 ดังแสดงในรูปที่ 3

ระดับการให้บริการ

ระดับการให้บริการร้อยละ 100 หมายถึง คลังยา
สามารถจ่ายยาครบได้ตามจำนวนที่ระบุในใบเบิก นั่นคือ ไม่
มีขาดคลัง ผลการศึกษาพบว่า ในทุกแบบจำลอง
สถานการณ์ ยากลุ่ม AV ทั้ง 3 รายการ และยากลุ่มที่มี
ปริมาณการใช้มากทั้ง 3 รายการ มีระดับการให้บริการที่
ร้อยละ 100 กล่าวคือ คลังยาสามารถจ่ายยาครบได้ตาม

จำนวนที่ระบุในใบเบิกทั้งหมด แต่อย่างไรก็ตาม ในยากลุ่ม
ที่มีขาดคลังบ่อยครั้งทั้ง 3 รายการพบว่า ภายใต้ใน
แบบจำลองสถานการณ์ที่ 3 คลังยาไม่สามารถจ่ายยาครบ
ได้ตามจำนวนที่ระบุในใบเบิกทั้งหมด มีขาดคลัง 1 ครั้ง
ในแต่ละตัวยา จึงคิดเป็นระดับการให้บริการที่ ร้อยละ 97.22

การอภิปรายผล

นโยบายการบริหารยาคลังแบบต่อเนื่อง

งานวิจัยนี้เสนอว่า การนำนโยบายการบริหารยา
คลังแบบต่อเนื่อง มาประยุกต์ใช้มีความเหมาะสมกับยากลุ่ม
AV ยากลุ่มที่มีปริมาณการใช้มาก และยากลุ่มที่ขาดคลัง
บ่อย ในยากลุ่ม AV จำนวน 3 รายการ เมื่อประยุกต์ใช้
นโยบายการบริหารยาคลังแบบต่อเนื่อง พบว่าสามารถ
ลดมูลค่ายาคลังเฉลี่ยต่อเดือนลงได้ 44,250-95,790 บาท
คิดเป็น ร้อยละ 8.9-22.7 อัตราการหมุนเวียนยาคลังต่อปี
เพิ่มขึ้นร้อยละ 10.4-29.4 ที่ระดับการให้บริการ ร้อยละ 100
เมื่อเทียบกับแบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน ชัยยงค์ สุขศรี
สมบูรณ์ศึกษายากลุ่ม AV จำนวน 17 รายการ โดยการใช้

ตารางที่ 5. ผลการศึกษาของแบบจำลองสถานการณ์ที่ 2

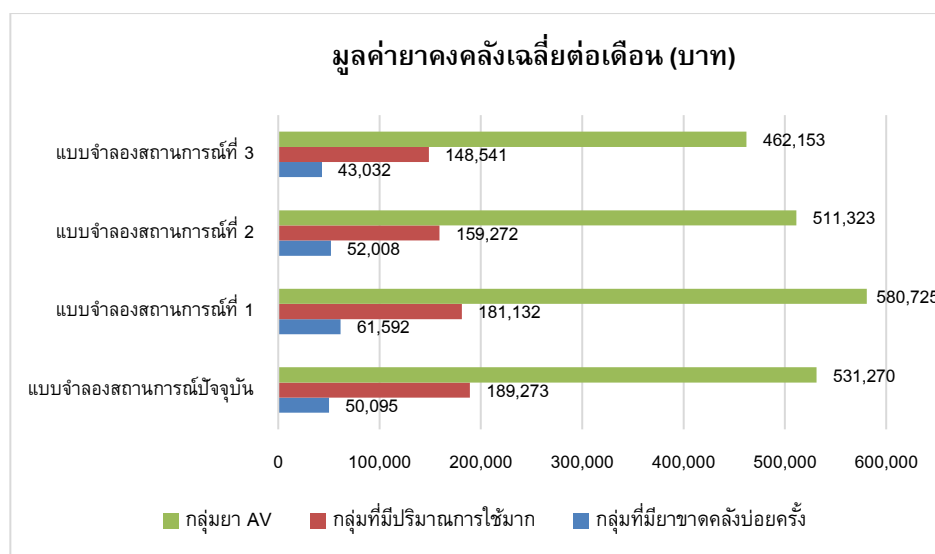
รายการยา	กลุ่มยา AV			กลุ่มยาที่มีปริมาณการใช้มาก			กลุ่มยาที่มีการขาดคลังบ่อย		
	erythro- poetin	rabies vaccine	oselta mivir	metfor min	losartan	glipi zide	fosfomycin	colistin	mida zalam
ผลการศึกษา									
ปริมาณการใช้ยาเฉลี่ยต่อ เดือน (หน่วย)	421	219	1,609	123,363	64,077	60,022	87	37	114
ปริมาณซื้อเฉลี่ยต่อครั้ง (หน่วย)	2,800	1,540	8,250	865,500	457,200	421,000	480	200	660
จำนวนครั้งที่ต้องจัดซื้อต่อปี (ครั้ง)	1.7	1.7	2.3	1.7	1.3	1.7	2.0	2.0	2.0
มูลค่าการจัดซื้อรวมเฉลี่ยต่อ ปี (บาท)	2,451,400	693,770	474,375	504,875	546,811	157,454	240,000	72,000	19,800
ปริมาณคงคลังเฉลี่ยต่อเดือน (หน่วย)	2,036	967	9,167	521,065	260,474	253,667	421	236	553
ตัวชี้วัด									
มูลค่ายาคลังเฉลี่ยต่อเดือน (บาท)	1,048,540	256,255	229,175	182,373	239,636	55,807	105,250	42,480	8,295
อัตราหมุนเวียนยาคลัง	2.48	2.72	2.11	2.84	2.95	2.84	2.48	1.88	2.47
ระดับการให้บริการ (ร้อยละ)	100	100	100	100	100	100	100	100	100

ตารางที่ 6. ผลการศึกษาของแบบจำลองสถานการณ์ที่ 3

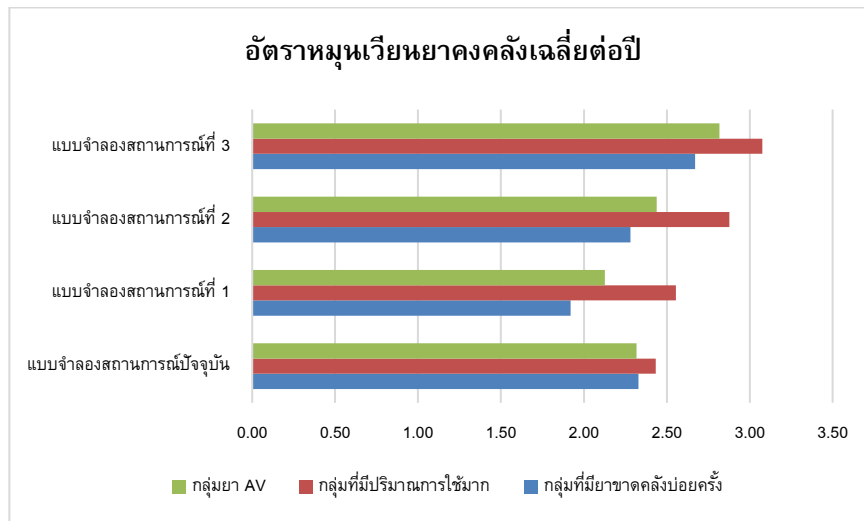
รายการยา	กลุ่มยา AV			กลุ่มยาที่มีปริมาณการใช้มาก			กลุ่มยาที่มีการขาดคลังบ่อย		
	erythro-poetin	rabies vaccine	oselta mivir	metfor min	losartan	glipi zide	fosfomycin	colistin	mida zolam
ผลการศึกษา									
ปริมาณการใช้ยาเฉลี่ยต่อเดือน (หน่วย)	421	219	1,609	123,363	64,077	60,022	87	37	114
ปริมาณซื้อเฉลี่ยต่อครั้ง (หน่วย)	3,100	1,620	8,500	927,500	490,500	464,000	610	260	760
จำนวนครั้งที่ต้องจัดซื้อต่อปี (ครั้ง)	1.3	1.3	2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.7	1.7
มูลค่าการจัดซื้อรวมเฉลี่ยต่อปี (บาท)	2,075,450	558,090	425,000	422,013	586,638	132,704	198,250	79,560	19,380
ปริมาณคงคลังเฉลี่ยต่อเดือน (หน่วย)	1,909	865	6,964	490,876	240,561	238,640	359	174	535
ตัวชี้วัด									
มูลค่ายาคงคลังเฉลี่ยต่อเดือน (บาท)	983,135	229,225	174,100	171,807	221,316	52,501	89,750	31,320	8,025
อัตราหมุนเวียนยาคงคลัง	2.65	3.04	2.76	3.02	3.20	3.02	2.91	2.55	2.56
ระดับการให้บริการ (ร้อยละ)	100	100	100	100	100	100	97.22	97.22	97.22

เทคนิคการพยากรณ์ความต้องการใช้ยาและกำหนดนโยบายการบริหารยาคงคลังแบบต่อเนื่องด้วยการประยุกต์ใช้ปริมาณการสั่งซื้อแบบประหยัดที่สุด (economy order quantity; EOQ) ร่วมกับจุดสั่งซื้อ (reorder point;

ROP) และระยะเวลานำ 15 วัน พบว่า รูปแบบการจัดการยาคงคลังที่พัฒนาขึ้นใหม่สามารถลดมูลค่ายาคงคลังเฉลี่ยต่อปีของยากกลุ่ม AV ได้ 17,628,312.78 บาท (ร้อยละ 34.65) เมื่อเทียบกับรูปแบบปัจจุบัน (6) แต่อย่างไรก็ตาม



รูปที่ 2. มูลค่ายาคงคลังเฉลี่ยต่อเดือนของยาทั้ง 3 กลุ่มในทุกแบบจำลองสถานการณ์ที่ศึกษา



รูปที่ 3. อัตราหมุนเวียนยาคลังเฉลี่ยต่อปีของยาทั้ง 3 กลุ่มในทุกแบบจำลองสถานการณ์ที่ศึกษา

งานวิจัยของชัยยงค์ สุขศรีสมบูรณ์ แตกต่างจากงานวิจัยนี้ เพราะเป็นการคำนวณ EOQ และกำหนดระดับการให้บริการที่ร้อยละ 95 (6)

การเปรียบเทียบตัวชี้วัดประสิทธิภาพ

งานวิจัยนี้เสนอว่า การนำนโยบายการบริหารยาคลังแบบต่อเนื่องมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคนิคการพยากรณ์ปริมาณการใช้ยาด้วยวิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย และการกำหนดระยะเวลาที่ 0.5 เดือน สามารถลดมูลค่ายาคลังเฉลี่ยต่อเดือนภายใต้แบบจำลองสถานการณ์ที่ 3 ในทั้งยากลุ่ม AV ยากลุ่มที่มีปริมาณการใช้มาก และยากลุ่มที่ขาดคลังบ่อยมีมูลค่ายาคลังเฉลี่ยต่อเดือนลดลงมากที่สุดเมื่อเทียบกับแบบจำลองสถานการณ์อื่นๆ โดยยากลุ่ม AV ลดลง 44,250-95,790 บาท (คิดเป็นร้อยละ 8.9-22.7) ยากลุ่มที่มีการใช้ปริมาณมากลดลง 13,459-71,916 บาท (คิดเป็นร้อยละ 17.7-24.5) และกลุ่มที่ขาดคลังบ่อยครั้งลดลง 750-14,500 บาท (คิดเป็นร้อยละ 8.6-15.9) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยากลุ่มที่มีการใช้ปริมาณมาก ได้แก่ ยา metformin losartan และ glipizide มีมูลค่ายาคลังเฉลี่ยต่อเดือนลดลงในทุกแบบจำลองสถานการณ์เมื่อเทียบกับแบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน โดยลดลงมากที่สุด ในแบบจำลองสถานการณ์ที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 17.7-24.5 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Laeiddee ที่พัฒนาประสิทธิภาพการบริหารจัดการยาที่มีปริมาณการใช้สูงในโรงพยาบาล คือ ยา metformin ซึ่งพบว่า มูลค่ายาคลังเฉลี่ยต่อเดือนลดลงกว่าการบริหารรูปแบบเดิมที่ใช้อยู่ในปัจจุบันร้อยละ 27.41 ที่ระดับการให้บริการร้อยละ 99.9 เช่นกัน (7) งานวิจัยนี้เสนอแนะว่า แบบจำลองสถานการณ์

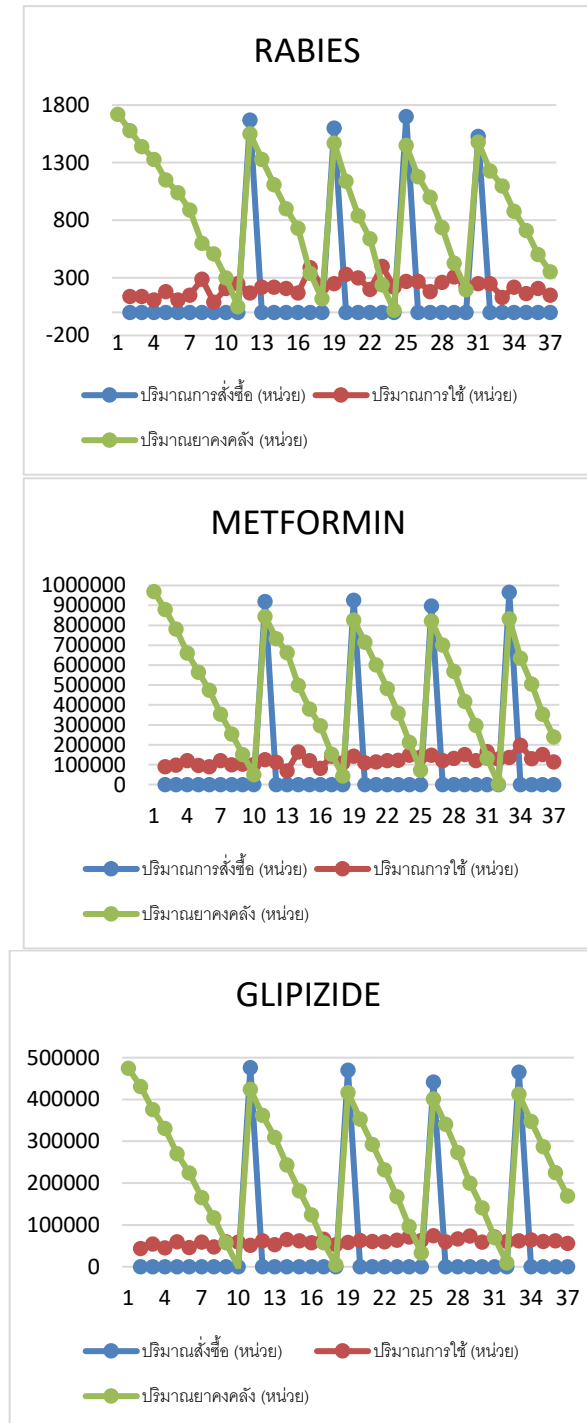
ที่ 3 ที่ระยะเวลานำ 0.5 เดือน ส่งผลให้ลดปริมาณยาคลังต่ำสุด ซึ่งมีประโยชน์ในการลดมูลค่ายาคลังเฉลี่ยต่อเดือนสำหรับยากลุ่มที่มีปริมาณการใช้มาก ส่วนในด้านอัตราหมุนเวียนยาคลังต่อปี งานวิจัยนี้พบว่า ภายใต้แบบจำลองสถานการณ์ที่ 3 ที่ระยะเวลานำ 0.5 เดือน สามารถเพิ่มอัตราหมุนเวียนยาคลังต่อปีของยาทั้ง 3 กลุ่ม

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ภายใต้แบบจำลองสถานการณ์ที่ 3 สำหรับยากลุ่ม AV และยากลุ่มที่มีปริมาณการใช้มาก มีระดับการให้บริการที่ร้อยละ 100 แต่อย่างไรก็ตาม ยากลุ่มที่มียาขาดคลังบ่อยครั้งทั้ง 3 รายการมีระดับการให้บริการลดลงอยู่ที่ร้อยละ 97.22 ซึ่งยาในกลุ่มนี้มีอัตราการใช้ยาที่ค่อนข้างแปรปรวนด้วย เนื่องจากเมื่อลดระยะเวลานำเหลือ 0.5 เดือน ส่งผลให้ปริมาณยาคลังต่ำสุดที่กำหนดไว้ไม่เพียงพอต่อปริมาณการใช้ยาที่แปรปรวน จึงส่งผลกระทบต่อระดับการให้บริการ เกษักรควรศึกษาประวัติปริมาณการใช้ยาสูงสุดและต่ำสุดที่ผ่านมา เพื่อนำมากำหนดปริมาณยาคลังต่ำสุดที่เหมาะสมต่อไป อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ยังเสนอแนะว่าควรกำหนดให้ระดับการให้บริการอยู่ที่ร้อยละ 100 เพราะยาที่มีผลต่อการรักษาพยาบาล จึงไม่ควรมียาขาดคลัง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Laeiddee (7) และธมลวรรณ อยู่เจริญ (19) ที่กำหนดระดับการให้บริการในการศึกษาที่ร้อยละ 99.9 และร้อยละ 99.99 ตามลำดับ

การกำหนดปริมาณยาคลังสูงสุด

งานวิจัยนี้กำหนดปริมาณยาคลังสูงสุดจากนโยบายของโรงพยาบาล คือ ปริมาณการใช้ยาเฉลี่ย 8

เดือน ผลการศึกษาพบว่า ยากลุ่ม AV และยากลุ่มที่มีปริมาณการใช้มาก ซึ่งมีปริมาณการใช้ยาเฉลี่ย 5-6 เท่า ดังแสดงในรูปที่ 4 จากงานวิจัยครั้งนี้ ผู้บริหารสามารถปรับนโยบายการกำหนดปริมาณยาคลังสูงสุดของโรงพยาบาลให้น้อยลงกว่า 8 เดือนได้ เพื่อลดปริมาณยาคลังและมูลค่ายาคลังเฉลี่ยลง



รูปที่ 4. ปริมาณการสั่งซื้อ ปริมาณการใช้ และปริมาณยาคลังของยากลุ่ม AV 1 รายการและยากลุ่มที่มีปริมาณการใช้มากจำนวน 2 รายการภายใต้แบบจำลองสถานการณ์ที่ 3

เทคนิคการพยากรณ์

เทคนิคการพยากรณ์ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่ายเหมาะกับยากลุ่ม AV ยากลุ่มที่มีปริมาณการใช้มาก และยากลุ่มที่ขาดคลังบ่อย โดยสามารถใช้กับยาที่มีรูปแบบความต้องการใช้บ่อยทั้งที่มีความแปรปรวนของปริมาณความต้องการต่ำหรือสูง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ นพพล คณกรยิ่งยง ที่พบว่า รายการสินค้าประเภทที่มีความต้องการใช้บ่อยทั้งที่มีปริมาณการใช้มีความแปรปรวนต่ำหรือสูง มีความเหมาะสมกับการพยากรณ์ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย (14) และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ อนุพงษ์ พึ่งศักดิ์ ที่พบว่า อุปสงค์ของยาแบบที่มีปริมาณการใช้คงที่ ควรใช้เทคนิคการพยากรณ์วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย ส่วนยาที่มีรูปแบบการใช้ผิดปกติดอาจทำให้การพยากรณ์ไม่ถูกต้อง ควรใช้เทคนิคการพยากรณ์วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย ประกอบกับใช้ข้อมูลจากประวัติปริมาณการใช้ยาสูงสุด และต้องมีการเฝ้าระวังเป็นพิเศษด้วยจะให้ผลดีกว่าการใช้เทคนิคการพยากรณ์อื่น (13)

ระยะเวลาหน้า

การกำหนดระยะเวลาน้ำที่ 0.5 เดือนมีความเหมาะสม เนื่องจากทำให้ปริมาณยาคลังต่ำสุดลดลง ช่วยทำให้ยาทั้ง 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม AV กลุ่มที่มีปริมาณการใช้มาก และกลุ่มที่มีขาดคลังบ่อย มีมูลค่ายาคลังเฉลี่ยต่อเดือนลดลง และเพิ่มอัตราหมุนเวียนยาคลังต่อปี งานวิจัยนี้เสนอแนะว่า การกำหนดระยะเวลาน้ำที่ 0.5 เดือน ช่วยลดมูลค่ายาคลังเฉลี่ยต่อเดือน และเพิ่มอัตราหมุนเวียนยาคลังต่อปีของยาทั้ง 3 กลุ่มข้างต้นได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของชัยยงค์ สุขศรีสมบุญณ์ ที่กำหนดระยะเวลาน้ำ 15 วัน ทำให้มูลค่ายาคลังเฉลี่ยต่อปีของยากลุ่ม AV 17 รายการ ลดลงได้ 17,628,312.78 บาท (ร้อยละ 34.65 ของมูลค่ายาคลังเฉลี่ยต่อปีของระบบปัจจุบัน) (6) และงานวิจัยของไพรัชวิทย์ ลำน้อย กำหนดระยะเวลาน้ำ 15 วัน ทำให้มูลค่ายาคลังเฉลี่ยต่อปีของยากลุ่ม AE 16 รายการ ลดลงได้ 3,380,607.14 บาทหรือลดลงร้อยละ 31.91 ของมูลค่ายาคลังเฉลี่ยของระบบปัจจุบัน (11) ผลการศึกษาดังกล่าวแตกต่างจากงานวิจัยนี้เพราะรูปแบบการบริหารยาคลังเป็นการคำนวณ EOQ และกำหนดระดับการให้บริการที่ร้อยละ 95

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยครั้งนี้ให้ความสำคัญกับค่าใช้จ่ายเพียงในส่วนของมูลค่าด้านยาคลังเฉลี่ยต่อเดือน โดยคำนวณจาก

มูลค่ายาต่อหน่วยกับปริมาณการใช้ต่อเนื่อง การศึกษาในขนาดควรพิจารณาค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อและค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาด้วย สำหรับยาในกลุ่ม AV ในงานวิจัยนี้ถูกคัดเลือกจากคณะกรรมการเภสัชกรรมและการบำบัดของโรงพยาบาลเมืองพัทยา โดยให้ความสำคัญกับยา 3 รายการที่ศึกษามากที่สุด เนื่องจากยาในกลุ่ม AV มีผลกระทบต่อการบริหารงบประมาณและการให้บริการแก่ผู้รับบริการของโรงพยาบาล และทางผู้บริหารพิจารณาให้ความสำคัญในการวิจัยนำร่องครั้งนี้ การวิจัยในอนาคตอาจพิจารณาศึกษา AV ตัวอื่น ๆ ที่หลากหลายมากขึ้น

สรุป

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า การประยุกต์นโยบายการบริหารยาคลังแบบต่อเนื่องร่วมกับเทคนิคการพยากรณ์วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย ที่ระดับการให้บริการร้อยละ 100 มีความเหมาะสมกับยาทั้ง 3 กลุ่มที่ศึกษาภายใต้แบบจำลองสถานการณ์ที่กำหนดระยะเวลาไว้ที่ 0.5 เดือน ซึ่งส่งผลทำให้ลดมูลค่ายาคลังเฉลี่ยต่อเดือนเพิ่มอัตราหมุนเวียนยาคลังเฉลี่ยต่อปีของยา 3 กลุ่ม คือ ยาในกลุ่ม AV ยาในกลุ่มที่มีปริมาณการใช้มาก และยาในกลุ่มที่มีขาดคลังบ่อย อย่างไรก็ตามในยาในกลุ่มที่ขาดคลังบ่อยซึ่งมีปริมาณการใช้ที่แปรปรวน เภสัชกรควรศึกษาประวัติปริมาณการใช้ยาสูงสุดและต่ำสุดที่ผ่านมา เพื่อกำหนดปริมาณยาคลังต่ำสุด และปริมาณยาคลังสูงสุดที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารยาคลังต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Leelathanapipat J, Chantuk T. Professional inventory management. Veridian E-Journal Science and Technology Silpakorn University. 2018; 11: 226-41.
2. Leelawaetpong C, Sotangkur K. Efficiency study of pharmaceutical administration pharmacy Charoenkrung Pracharak hospital. Journal of Charoenkrung Pracharak Hospital. 2014; 7: 1-14.
3. Lertwattanawimon T. The inventory development of inventory management system for medical laboratory in hospital [master thesis]. Bangkok: Chulalongkorn University; 2011.

4. Chaiveerathai S, Liampreecha W. Optimization and cost reduction of pharmaceutical inventory management: a case study of a government hospital in Phitsanulok. Journal of Community Development Research (Humanities and Social Sciences). 2015; 8: 139-53.
5. Banthao J. Inventory management of drugs and medical supplies: a case study of community hospital in Nakhon Ratchasima [master thesis]. Nakhon Ratchasima: Rajamangala University of Technology Isan; 2016.
6. Suksrisomboon C. The development of an inventory management system for the Royal Thai Air Force medical depot [master thesis]. Bangkok: Chulalongkorn University; 2007.
7. Laeiddee C. Improvement of re-order point for drug inventory management at Ramathibodi hospital [master thesis]. Bangkok: Mahidol University; 2010.
8. Techajumlernsuk B, Yotsombut K. ABC-VED analysis in pharmaceutical inventory management [online]. 2018 [cited Jun 8, 2020]. Available from: ccpe.pharmacycouncil.org/index.php?option=article_detail&subpage=article_detail&id=477.
9. Ilma NR, Mursyid HB. Pharmaceutical inventory management issues in hospital supply chains. Management 2013; 3: 1-5. doi: 10.5923/j.mm.201301.01.
10. Mahatme MS, Dakhale GN, Hiware SK, Shinde AT, Salve AM. Medical store management: an integrated economic analysis of a tertiary care hospital in Central India. J Young Pharm 2012; 4: 114-8.
11. Lumnoi P. The development of inventory management system; case study of the pharmacy department of fort Navamintharachinee hospital [master thesis]. Chonburi: Burapa University; 2015.
12. Kritchanhai D, Meesamut W. Developing inventory management in hospital. Int J Supply Chain Manag 2015; 2: 11-9.

13. Pungsak A. Precision and effectiveness of demand forecasting for drug inventory management [master thesis]. Nakhon Pathom: Silpakorn University; 2015.
14. Kanakornyngyong N, Khompatraporn C. Forecasting various demand types and optimal container-based ordering: a case of imported exercise equipment. *Thai Journal of Operations Research*. 2017; 5: 1-11.
15. Syntetos A, John B. The accuracy of intermittent demand estimates. *Int J Forecast*. 2005; 21: 303-14.
16. Anurattananon J, Klomjit P, Promtong P, Lekkul R. Medicine ordering scheduling in public hospital: case study of Sirindhorn Hospital. *Thai Industrial Engineering Network Journal* 2020; 6: 8-19.
17. Silver E, Pyke D, Thomas D. *Inventory and production management in supply chains*. 4th ed. Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group; 2016.
18. Kasemset C. *Inventory theory and applications deterministic and continuous inventory model*. Chiangmai: Chiangmai University Publishers; 2016.
19. Youcharoen T, Wasusri T. The development of pharmaceuticals and medical supplies inventory replenishment system: a case study of community hospital. *Isan Journal of Pharmaceutical Sciences* 2018; 14: 92-106.