

บทความปริทรรศน์

ข้อคำนึงการใช้สารทึบรังสีเชิงก้าวหน้า

Concerning in Contrast Progressive Utilization

เอนก สุวรรณบัณฑิต ปร.ค.ปรัชญาและจริยศาสตร์,
ศศ.ม.จิตวิทยาอุตสาหกรรมและองค์การ, วท.บ.รังสีเทคนิค

บทคัดย่อ

ระบบการบริหารจัดการสารทึบรังสีเป็นระบบการกระจายการใช้ทรัพยากรสุขภาพที่ต้องเน้นความเพียงพอและมีการจัดการอย่างมีประสิทธิภาพโดยพื้นฐานของการบริการทางการแพทย์ที่มองผู้ป่วยเป็นมนุษย์ ข้อคำนึงสำคัญในการจัดการนั้นต้องเป็นผลสรุปรวมของหลักความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสารทึบรังสี หลักความปลอดภัยในการใช้สารทึบรังสี หลักการมีหลายตัวเลือกเพื่อเพิ่มทางเลือกแก่ผู้ป่วยพิเศษ และแนวทางการจัดการคลังสารทึบรังสีที่มีการกำหนดปริมาณและรอบการสั่งซื้อที่เหมาะสม ทำให้การส่งมอบทันเวลาและมีความต่อเนื่อง

คำสำคัญ สารทึบรังสี อรรถประโยชน์เชิงก้าวหน้า รังสีวิทยา

Abstract

The contrast utilization management is the health resource distribution which key at the sufficiency and effective administration based on the humanized medical provider. The concerning of management is conclusion of contrast knowledge, safety using, variety of choice for the willing to pay patient and the contrast inventory management that regard the quantity, purchasing cycle, delivery and the continuity of resource providing.

Keywords: contrast media, progressive utilization, radiology

บทนำ

ทฤษฎีทางเศรษฐกิจและสังคมหนึ่งที่ได้รับการพัฒนาเพื่อทำให้คุณค่าในการดูแลอย่างรอบด้าน (proper care) แก่ทุกฝ่าย เรียกว่า ทฤษฎีอรรถประโยชน์เชิงก้าวหน้า (progressive utilization theory: PRO-UT theory) โดยมองทรัพยากรต่างๆ ว่าเป็นสินทรัพย์ที่จะต้องกระจายอย่างมีเหตุผลและด้วยวิธีการที่เท่าเทียมกันเพื่อประโยชน์แก่ผู้คนที่ทั้งในด้านร่างกาย จิตใจและจิตวิญญาณ แนวคิดนี้ครอบคลุมทั้งในด้านอาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่พักอาศัย การศึกษาและการแพทย์ โดยพิจารณาจากความต้อการน้อยที่สุดของมนุษย์ (minimum requirement) การใช้ทรัพยากรใดๆ ต้องเกิดจากความร่วมมือกัน ระหว่างผู้ผลิตและลูกค้า ผลตอบแทนสำคัญคือ มูลค่าเพิ่มในสังคมส่วนรวม (surplus) ซึ่งจะเกิดได้ในระบบเศรษฐกิจที่เน้นความพอเพียง (self-sufficient socioeconomics zone) [1]

ผู้บริหารและนักวิชาการจะเป็นผู้นำในการประเมินว่าต้องทำอะไรและทำอย่างไรเพื่อให้เกิดประโยชน์แก่ส่วนรวม และทำให้เกิดเอกภาพในการทำงานและการเคารพระหว่างกัน ในหมู่คนทำงาน การใช้ประโยชน์ของทรัพยากรใดๆ จะต้องแปรเปลี่ยนได้ตามเวลา สถานที่และรูปแบบ ซึ่งจะต้องก้าวหน้าอย่างต่อเนื่อง ด้วยข้อสังเกตสำคัญคือ ระบบการจัดการทรัพยากรในปัจจุบันมองว่าทุกสิ่งล้วนเป็นทรัพยากร นั่นคือ มิได้มองผู้เกี่ยวข้องเป็นมนุษย์ แต่มองในฐานะปัจจัยทางการตลาด ดังนั้น จึงควรที่จะปรับมุมมองในการใช้ทรัพยากรโดยมองหาความเป็นมนุษย์ธรรมในการจัดการทรัพยากรและหาจุดอ่อนของระบบการใช้ทรัพยากรนั้น เพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรอย่างยั่งยืนทั้งในระดับชาติและในระดับหน่วยงานที่จะเป็น

การแก้ไขในเชิงรายละเอียดไปตามบริบทของหน่วยงาน ซึ่งจะมีความเข้าใจในปัญหาอย่างแท้จริง

ในความเป็นจริงย่อมเกิดการใช้ทรัพยากรแบบไม่เท่าเทียมกันในระดับที่เหมาะสม (optimal inequality) โดยที่ยังคงต้องมุ่งไปสู่การได้กำไรและการพัฒนาเชิงสร้างสรรค์ ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องสร้างทีมงานที่มีความเข้มแข็งและการปรับตัวอย่างยืดหยุ่น (strong and resilient) เพื่อให้เกิดสนับสนุนแนวทางการพัฒนาระบบงาน กระบวนการทำงาน โดยมุ่งประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้ทรัพยากรและก่อเกิดประโยชน์แก่ทุกฝ่ายอย่างสมดุล

จากแนวคิดอรรถประโยชน์เชิงก้าวหน้านี้ นำจะที่จะประยุกต์ในการจัดการทรัพยากรทางด้านรังสีวิทยาได้ ระบบการใช้ทรัพยากรสุขภาพหนึ่งที่สำคัญและต้องการทีมงานที่ร่วมมือกันได้อย่างมีประสิทธิภาพคือ ระบบการใช้สารทึบรังสี ซึ่งต้องการความร่วมมือระหว่างรังสีแพทย์ นักรังสีการแพทย์และพยาบาลรังสีวิทยาในการบริการจัดการร่วมกัน โดยยึดหลักการสร้างความสมดุลในทรัพยากรที่มีอยู่ (balanced with the availability) เพื่อการตอบสนองต่อการนำเสนอตัวเลือกแก่ผู้ป่วย (client offers) ด้วยวิธีการเชิงบวก [2]

ข้อคำนึงในการใช้สารทึบรังสีเชิงก้าวหน้า

ทีมบริหารการใช้สารทึบรังสีจะต้องคำนึงว่าผู้ป่วยแต่ละรายล้วนมีความจำเพาะและต้องการตัวเลือกในการใช้สารทึบรังสีเช่นกัน การจัดให้มีสารทึบรังสีหลายชนิดให้เพียงพอเป็นตัวเลือกแก่ผู้ป่วยถือเป็นพื้นฐานในการพัฒนาระบบการใช้สารทึบรังสี ในขณะที่จะสร้างตัวเลือกไว้มากเพียงใดและตัดสินใจเลือกอย่างไรนั้น มีหลักการที่ต้องคำนึง ได้แก่

หลักความรู้

สารทึบรังสีสำหรับรังสีวิทยาโดยเฉพาะสารทึบรังสีกลุ่มละลายในน้ำ (water soluble contrast media) เป็นทรัพยากรที่ถูกรู้จักใช้ในการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์และการตรวจเอกซเรย์ระบบหลอดเลือด สารทึบรังสีได้มีการพัฒนาจนกระทั่งได้เป็นสารประกอบไอโอดีนที่มี ไอโอดีน 3 อะตอม เชื่อมต่อกับ benzene ring ทำให้มีความเป็นพิษน้อย และมีการเชื่อมกับ side chain (-R) ทำให้มีคุณสมบัติทางเคมี การละลายน้ำและความหนืดแตกต่างกันไป

เมื่อนิยดสารทึบรังสีเข้าสู่หลอดเลือดจะมีปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ของของไหลเกิดขึ้น 3 ประการพร้อมๆ กัน [3] ได้แก่

1. พลวัตของไหล (Fluid dynamics)
2. การแพร่ (Diffusion)
3. การออสโมซิส (Osmosis)

ในฐานะของไหล สารทึบรังสีไม่สามารถที่จะไหลในหลอดเลือดได้อย่างอุดมคติ เนื่องจากในการนิยดสารทึบรังสีจะมีการอัดการไหลทำให้ความหนาแน่น ณ จุดเริ่มต้นสูงกว่าตำแหน่งต่อไป ขณะเดียวกันสารทึบรังสีมีความหนืดในตัวและเมื่อไหลอยู่ในหลอดเลือดจะเกิดแรงเค้นเหมือนกับเลือดที่อยู่ในหลอดเลือดทำให้เกิดลักษณะไม่อุดมคติ เมื่อพิจารณาของไหลในลักษณะสายกระแส (Stream line) ตามเส้นการไหล โดยที่โมเลกุลของสารประกอบไอโอดีนจะพุ่งไปข้างหน้าด้วยความเร็วคงที่จากจุดที่มีความดันสูงไปยังจุดที่มีความดันต่ำกว่า โดยมีโมเลกุลของสารประกอบไอโอดีนที่ไหลวนตัดกันไปมาบางส่วน

ขณะที่สารทึบรังสีไหลไปตามหลอดเลือด ความดันจะลดลงเรื่อยๆ เนื่องจากความเสียดทานที่เกิด

จากความต้านทานจากโมเลกุลของสารทึบรังสีกับเลือดและความต้านทานของสารทึบรังสีกับหลอดเลือด โดยหลอดเลือดที่มีขนาดใหญ่และแตกแขนงเป็นขนาดเล็กลงไปตามลำดับ ประกอบกับผนังหลอดเลือดมีลักษณะขรุขระจากไขมัน (plaque) ทำให้มีความเสียดทานสูง การไหลจะมีอัตราที่ช้าลง

สารทึบรังสีจะไหลไปในหลอดเลือดโดยการไหลของเลือดที่มีการไหลแบบเป็นชั้น (laminar flow) โดยมีอัตราการไหลใจกลางหลอดเลือดสูงกว่าอัตราการไหลที่บริเวณรอบนอกและตำแหน่งใกล้ผนังด้านในของหลอดเลือดซึ่งยังต้องพบกับความเสียดทานจากผนังหลอดเลือดและความเสียดทานของหลอดเลือดปลายทางอีกด้วย ทั้งนี้ เมื่อสารทึบรังสีไหลไปยังหลอดเลือดปลายทางขนาดเล็กมากๆ ย่อมมีลักษณะของการไหลแบบปั่นป่วน (turbulent flow) ร่วมด้วยจึงมีผลในการทำลายเซลล์ที่ผิวของหลอดเลือดได้

สารทึบรังสีเป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างโมเลกุลใหญ่ มีความเข้มข้นมากกว่าเลือดดังนั้นจึงจะแพร่ไปยังเลือดเพื่อให้เกิดความเข้มข้นใกล้เคียงกันระหว่างที่ไหลไปตามกระแสเลือด สารทึบรังสีกลุ่ม monomer จะมีขนาดโมเลกุลเล็กกว่ากลุ่ม dimer ดังนั้นจะมีการแพร่ได้เร็วกว่า สารทึบรังสีที่มีความเข้มข้นสูงจะแพร่ได้ดีกว่าสารทึบรังสีที่มีความเข้มข้นต่ำ และการให้อุณหภูมิที่สูงขึ้นกับสารทึบรังสีจะทำให้สารทึบรังสีแพร่ได้เร็วขึ้น การแพร่ที่เร็วขึ้นเท่ากับสารทึบรังสีมีความหนืดน้อยลง และกระบวนการออสโมซิสของน้ำนอกหลอดเลือดเข้ามาเพื่อปรับลดความเข้มข้นในหลอดเลือดเนื่องจาก สารทึบรังสี ส่งผลให้เกิดภาวะ hypervolemia ซึ่งจะก่อให้เกิดความความรู้สึกร้อน-เย็นแก่ผู้ที่ถูกนิยดสารทึบรังสีได้

หลักความปลอดภัย

ความปลอดภัยของการใช้สารทึบรังสีเน้นไปที่ภาวะแทรกซ้อนอันเป็นผลข้างเคียงของกระบวนการบริหารสารทึบรังสีในผู้ป่วย [4] โดยเน้นไปที่การฉีดผ่านหลอดเลือดดำซึ่งเป็นกลุ่มใหญ่ของการบริหารสารทึบรังสีในผู้ป่วย

ความปลอดภัยประการหนึ่งที่สำคัญ คือ ภาวะไม่พึงประสงค์จากการที่สารทึบรังสีรั่วไหลออกภายนอกหลอดเลือด (contrast extravasation) ผลการวิจัยหลายฉบับชี้ว่าการเกิดสารทึบรังสีรั่วไหลออกภายนอกหลอดเลือดมีอัตราเกิดต่ำ แต่มักเกิดจาก high osmolar ICM ดังนั้น จึงแนะนำให้ใช้ low osmolar ICM ซึ่งมีค่า osmolality ใกล้เคียงกับเลือด (290 mOsm/L) ทั้งนี้ เมื่อใช้ low osmolar ICM แล้วอาการจะมีความรุนแรงน้อยกว่าด้วย

ผลงานวิจัยหลายฉบับได้ระบุว่า nonionic ICM ทำให้เกิดการแพ้สารทึบรังสีและภาวะไม่พึงประสงค์ต่ำกว่า ionic ICM นำไปสู่แนวทางการเลือกใช้ nonionic ICM ในการตรวจทางรังสีอย่างแพร่หลาย และทำให้ ionic monomer ICM ค่อยๆ หายไปจากการใช้งานในที่สุด กระนั้น ผู้ป่วยที่ไม่เคยมีประวัติแพ้สารทึบรังสี อาจแพ้สารทึบรังสีได้ในการได้รับสารทึบรังสีครั้งถัดๆ ไป เนื่องจากกระบวนการ allergic like reaction ซึ่งไม่อาจทำนายการเกิดหรือความรุนแรงได้ สำหรับผู้ป่วยที่มีประวัติแพ้สารทึบรังสีแต่เป็นชนิดไม่รุนแรง สามารถให้ premedication ด้วย steroid เพื่อป้องกันการแพ้ได้ โดยมีตัวเลือกสำคัญคือ การเปลี่ยนชนิดของสารทึบรังสี แต่กระนั้นก็อาจเกิด breakthrough reaction คือ การแพ้ซ้ำได้ เช่นกัน อย่างไรก็ตาม หาก

ผู้ป่วยมีประวัติแพ้สารทึบรังสีแล้วมีอาการแพ้รุนแรง กลุ่ม anaphylaxis ควรหลีกเลี่ยงการใช้สารทึบรังสี

ภาวะแทรกซ้อนที่ได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นในปัจจุบัน คือ ภาวะ contrast induced nephropathy (CIN) ซึ่งเป็นภาวะที่สารทึบรังสีไปทำให้การทำงานของไตลดลง เนื่องจากกระบวนการขับของเสีย ทำให้สารทึบรังสีไปทำให้เกิด renal tubular injury จนนำไปสู่ภาวะ acute kidney injury (AKI) ได้ จึงมีข้อแนะนำให้ต้องพิจารณาค่า estimated glomerular filtration rate (eGFR) ของผู้ป่วย หากต่ำกว่า $60 \text{ ml/min/1.73m}^2$ แนะนำให้เลือกใช้ iso osmolar ICM หรือ low osmolar ICM โดยจำกัดปริมาณที่ใช้ให้น้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ ร่วมกับการบริหารจัดการผู้ป่วย เช่น การงดยากลุ่มที่เป็นพิษต่อไต ได้แก่ NSAIDs, Aminoglycoside และ Amphotericin B ก่อนและหลังฉีดสารทึบรังสีอย่างน้อย 48 ชม. [5] [6] การให้ผู้ป่วยมีภาวะได้รับสารน้ำ (0.9% sodium chloride/isotonic sodium bicarbonate) อย่างเพียงพอ ก่อนและหลังการตรวจอย่างน้อย 12 ชม.

ภาวะแทรกซ้อนอื่นๆ ที่ควรระวัง ได้แก่ ผู้ป่วยเบาหวาน ในผู้ป่วยกลุ่มนี้มักจะได้รับยา metformin เพื่อลดระดับน้ำตาลในเลือด และขับออกทางไต การใช้นี้อาจเกิดภาวะไม่พึงประสงค์ร่วมกับสารทึบรังสีได้ นำไปสู่ภาวะเลือดเป็นกรด (lactic acidosis) ซึ่งจะมีผลต่อไตในระยะยาว ดังนั้น จะต้องงดยาก่อนและหลังฉีดสารทึบรังสีอย่างน้อย 48 ชม. อีกภาวะหนึ่งได้แก่ ผู้ป่วยมะเร็งซึ่งมีรายงานว่าอัตราการเกิด AKI สูงขึ้น นำไปสู่การอยู่โรงพยาบาลนานขึ้นและเพิ่มอัตราการเสียชีวิตได้ และการได้รับสารทึบรังสีภายใน 45 หลังได้รับยาเคมีบำบัดก็จะเพิ่มการเกิด AKI ด้วยเช่นเดียวกัน

หลักหลายตัวเลือก

การเลือกสารทึบรังสีให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้ป่วยพิเศษ เป็นแนวทางการจัดสรรทรัพยากรที่ให้คุณค่ากับผู้ป่วยซึ่งมีความจำเพาะของโรคและวัย และเพื่อป้องกันการเกิดการแพ้ซ้ำสารทึบรังสี จึงควรใช้หลักหลายตัวเลือก (variety of choice) ความหลากหลายของชนิดสารทึบรังสีจะตอบสนองความต้องการคุณภาพในการบริการทางรังสีของผู้ป่วยพิเศษได้ ทั้งนี้ ผู้ป่วยพิเศษถือเป็น price surrogate customer [7]ซึ่งมีความเชื่อมั่นว่าการได้ตัดสินใจเลือกและการเลือกจ่ายแพงกว่าจะทำให้เขาได้รับสินค้า (สารทึบรังสี) ที่ดีกว่าและจะทำให้ได้รับบริการทางการแพทย์ที่ดีกว่าอยู่เสมอ

การจัดการคลังสารทึบรังสี

การจัดการคลังสารทึบรังสีเป็นกิจกรรมที่ต้องมีการออกแบบให้สามารถรองรับระบบการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้เพียงพอต่อการใช้ การจัดการคลังสารทึบรังสีมีบทบาทต่อขีดความสามารถในการแข่งขันทั้งในด้านการจัดเตรียมผลิตภัณฑ์บริการให้เพียงพอต่อความจำเป็นของหน่วยงาน ความจำเพาะของผู้ใช้และการมีตัวเลือกตามความต้องการของผู้มารับบริการ อย่างไรก็ตาม การจัดการคลังสารทึบรังสีก็ยังคงต้องใช้หลักการจัดการคลังสินค้าที่เน้นการจัดเก็บให้น้อยที่สุด เนื่องจากสินค้าคงคลังหมายถึงต้นทุน ค่าเสียโอกาส ต้นทุนในการดูแลสินค้า ต้นทุนพื้นที่ในการจัดเก็บสินค้า และต้นทุนจากความเสียด้านคุณภาพและราคา [8] ซึ่งพิจารณาได้ดังนี้

1. ต้นทุนค่าเสียโอกาส คือ มูลค่าของผลตอบแทนจากกิจกรรมที่สูญเสียไปเนื่องจากการเลือกทำกิจกรรมอย่างหนึ่ง ต้นทุนจึงถูกใช้ไปใน

กิจกรรมนั้น ทำให้ไม่มีต้นทุนสำหรับไปใช้ในกิจกรรมอื่นที่อาจให้ผลตอบแทนได้มากกว่า ตัวอย่างเช่น การจัดซื้อที่ซื้อของปริมาณมาก ช่วงต้นปีงบประมาณ จะทำให้หน่วยงานต้องจ่ายเงินไปจำนวนมาในครั้งเดียว จึงเกิดต้นทุนค่าเสียโอกาสในการนำเงินนั้นไปใช้ในกิจกรรมอื่น แนวทางสำคัญจึงเป็นการทยอยจัดซื้อเป็นคราวๆ ไป ตามความต้องการในแต่ละช่วง เช่น จัดซื้อทุก 1 เดือน หรือ ทุก 3 เดือน เป็นต้น

2. ต้นทุนในการดูแลสินค้า คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการมีสินค้าคงคลังและการรักษาสภาพให้สินค้าคงคลังอยู่ในรูปที่ใช้งานได้ เช่น ค่าไฟฟ้าเพื่อการรักษาอุณหภูมิความเย็น ค่าจ้างพนักงานประจำ เป็นต้น
3. ต้นทุนพื้นที่ในการจัดเก็บสินค้า คือ ค่าพื้นที่ซึ่งสอยในการจัดเก็บ ยังมีปริมาณจัดเก็บมากและจัดเก็บนานก็จะมีต้นทุนพื้นที่ที่สูงขึ้น
4. ต้นทุนจากความเสียด้านคุณภาพและราคา คือ ต้นทุนที่เกิดขึ้นหากสินค้าเสื่อมสภาพและต้องจัดซื้อใหม่ หากมีสัญญาซดเชยก็ยังมีต้นทุนในการจัดส่งใหม่

อย่างไรก็ตาม ความสะดวกในการส่งมอบ (delivery and distribution) ของคลังสารทึบรังสีที่จะส่งมอบให้แก่หน่วยตรวจได้อย่างทันเวลาและมีความต่อเนื่องเป็นบทบาทสำคัญที่จะดำรงห่วงโซ่อุปทานไว้ได้ คลังสารทึบรังสีที่ดีจะต้องบริหารจัดการให้สัมพันธ์กับสภาพคล่องทางการเงินของโรงพยาบาล การจัดซื้อและมีเป้าหมายอยู่ที่ระยะเวลาสินค้าคงคลังที่น้อยที่สุด โดยเป้าหมายสูงสุดคือ ความสามารถส่งมอบสินค้าในวันถัดไปให้แก่ผู้ใช้ได้ (next day delivery)

ดังนั้น การจัดการคลังสารทึบรังสีจึงจำเป็นต้องรู้ความต้องการทั้งชนิด จำนวน สภาพ สถานที่ และเวลา เพื่อการส่งมอบที่มีประสิทธิภาพทางด้านเวลา ลดช่วงเวลาในการนำส่งสินค้าและเกิดการใช้ประโยชน์สูงสุดของพื้นที่จัดเก็บ (space utility) โดยจะต้องพิจารณาความจำเป็นของปริมาณการจัดซื้อและระยะเวลาในการส่งมอบสินค้า (economic order quantity) โดยการบริหารจัดการรอบการจัดซื้อและการเก็บสินค้าในปริมาณที่เหมาะสมและไม่เพิ่มภาระงานแก่บุคลากรที่เกี่ยวข้อง

อย่างไรก็ตาม ในการจัดการความเสี่ยงของการส่งมอบจะต้องกำหนดกรณีสินค้าขาดแคลนไว้ด้วย อันเนื่องมาจากปัญหาโลจิสติกส์ หรือปัญหาจากกระบวนการผลิตของทางฝ่ายผู้จำหน่ายสินค้า กระบวนการรองรับสำคัญคือ การจัดการความสมดุลของฝ่ายผลิต (supplier balancing) โดยมุ่งเป้าว่าจะต้องมีสารทึบรังสีคงคลังในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดความสมดุลของอุปสงค์และอุปทาน เช่น การกำหนดให้มีสินค้าส่วนเกินเพื่อขาด (buffer stock) นั่นคือ การกำหนดปริมาณสารทึบรังสีสำรองในอัตราคงที่ (fix residue) เช่น สำรองในอัตราการใช้ปกติ 1 เดือน เป็นต้น หรือ การมีสารทึบรังสีชนิดอื่นสำรองไว้ในอัตราที่กำหนดไว้ เช่น สารทึบรังสีที่สามารถใช้ทดแทนได้ ที่มีเงื่อนไขด้านการส่งมอบ การใช้และราคาไม่แตกต่างกัน สามารถสำรองไว้ในอัตราที่กำหนดไว้ คือ เกินกว่าการคาดการณ์การใช้สารทึบรังสีชนิดนั้นในภาวะปกติได้ 2 เท่า ทั้งนี้ การพิจารณาจะต้องอยู่บนพื้นฐานของการพยากรณ์ภาวะปัญหาของการส่งมอบที่ชัดเจน จึงจะไม่เป็นการเพิ่มต้นทุนและค่าเสียโอกาส

การกำหนดปริมาณสารทึบรังสีคงคลังจึงต้องพิจารณาจำนวนผู้ป่วยรายเดือน/รายปี เพื่อกำหนดค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้สารทึบรังสี ดังเช่น ตาราง 2 ซึ่งจะกำหนดเป็นปริมาณการใช้ต่อเดือน จากนั้นพิจารณาประเภทสารทึบรังสีคงคลัง อาจใช้ ABC classification โดยกำหนดจากโครงสร้างมูลค่าการซื้อ/การใช้ ดังนี้

ชนิด	มูลค่าการซื้อ/การใช้	ปริมาณสินค้าคงคลัง
A	70-80%	10-15%
B	10-15%	30-40%
C	3-5%	50-60%

เมื่อสารทึบรังสีที่มีมูลค่าการซื้อสูงมาก (A) ควรมีปริมาณสินค้าคงคลังน้อย การสั่งซื้อและรอบการรับเข้าจึงมีความถี่สูงกว่าสารทึบรังสีที่มีมูลค่าการซื้อน้อย โดยควรมีปริมาณให้เพียงพอในระดับ 1-1.5 เดือน ในขณะที่สินค้าที่มีมูลค่าการซื้อน้อย (C) จะทำการซื้อปริมาณกึ่งหนึ่งของมูลค่าสัญญาในครั้งแรก และคงคลังไว้ได้ยาว 6-8 เดือน จึงทำการสั่งซื้อเพื่อปิดสัญญาก่อนครบปีงบประมาณ

สรุป

สารทึบรังสีเป็นทั้งสินค้าและผลิตภัณฑ์ยาและเวชภัณฑ์ที่สำคัญสำหรับการตรวจวินิจฉัยทางรังสีวิทยา ซึ่งต้องการระบบการบริหารจัดการสารทึบรังสีเพื่อให้ทรัพยากรสุขภาพชนิดนี้เพียงพอและมีการจัดการอย่างมีประสิทธิภาพโดยพื้นฐานของการบริการทางการแพทย์ที่มองผู้ป่วยเป็นมนุษย์ มิใช่เพียงลูกค้าตามความหมายของการตลาด ทั้งนี้ ในการบริหารจัดการสารทึบรังสีจำเป็นต้องคำนึงถึงหลักความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสารทึบรังสี หลักความปลอดภัยในการใช้สารทึบรังสี หลักการมีหลายตัวเลือกเพื่อเพิ่มทางเลือกแก่ผู้ป่วยพิเศษ และ

แนวทางการจัดการคลังสารทึบรังสีที่ทำให้การส่งมอบทันเวลาและมีความต่อเนื่อง มีอัตราประโยชน์สูงสุดเกิดขึ้นแก่หน่วยงานและโรงพยาบาลด้วย

บรรณานุกรม

1. Sarkar, Prabhat. Prout in a nutshell volume 4 part 21. 1986, Ananda Marga.
2. Kaya I. Equitable utilization. 2003, Burlington, Ashgate.
3. เอนก สุวรรณบัณฑิต. ฟิสิกส์ของสารทึบรังสี ในฐานะของไหล. วารสารชมรมรังสีเทคนิค และพยาบาลเฉพาะทางรังสีวิทยาหลอดเลือด และรังสีร่วมรักษาไทย, 2555; 6(2): 10-17.
4. พินพร เจนจิตรานันท์และรัฐชัย แก้วฉาย. Iodinated contrast medium in clinical neurology practice: all questions answered. J Thai Stroke Soc. 2017; 16(1): 23-43.
5. แก่นจันทน์ เนือยทอง. แนวทางสำหรับการป้องกันเพื่อลดภาวะไม่พึงประสงค์จากการใช้สารทึบรังสีที่มีไอโอดีนเป็นส่วนประกอบทางหลอดเลือดดำ. ศรีนครินทร์เวชสาร. 2552; 24(1): 91-101.
6. บัณฑิต เจ้าปฐมเกตุ, เกียรติ รักรุ่งธรรม, รื่นเริง ลีลานุกรม, ยี่งยศ อวิหังสานนท์, วิรพันธุ์ โขวิฑูรกิจ, สารัช สุนทรโยธิและคณะ. แนวทางปฏิบัติทางคลินิกสำหรับการฉีดสารทึบรังสีเพื่อการวินิจฉัยทางรังสีวิทยา. Chula Med J. 2010; 54(4): 375-390.
7. เอนก สุวรรณบัณฑิต, ภาสกร อุดลพัฒน์กิจ. จิตวิทยายาบริการ. ปรับปรุงครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ, อุดลพัฒน์กิจ. 2554.
8. ธนิต ไสรัตน์. การจัดการคลังสินค้าและสินค้าคงคลัง. [อินเทอร์เน็ต]. 2562 [เข้าถึงเมื่อ 11 มีนาคม 2562]. เข้าถึงได้จาก <http://www.tanisorat.com>.

ตาราง 1 ตัวอย่างชนิดของสารทึบรังสีชนิดละลายในน้ำ

ประเภท	ชื่อสามัญ	ความเข้มข้น Osmolarity (mOsm/kgH ₂ O)	ชื่อการค้า
Ionic CM			
High Osmolar	Iothalamate	1400	Conray
Low Osmolar	Ioxaglate meglumine	600	Hexabrix
Non-Ionic CM			
Low Osmolar	Iobitridol	585-915	Xenetix
	Iohexol	322-844	Omnipaque
	Iomerprol	521-726	Iomeron
	Iopromide	328-774	Ultravist
	Ioversol	502-792	Optiray
Iso Osmolar	Iodixanol	290	Visipaque

ตาราง 2 จำนวนผู้ป่วย CT รพ.ศิริราช 5 ปี

ปี พ.ศ.	ผู้ป่วย CT ทั้งหมด	ผู้ป่วย CT ที่ฉีดสารทึบรังสี	เฉลี่ยผู้ป่วย CT/เดือน
2557	34,749	26,904	2,242
2558	35,677	27,171	2,264
2559	36,875	27,334	2,277
2560	38,022	27,799	2,316
2561	41,219	30,205	2,517