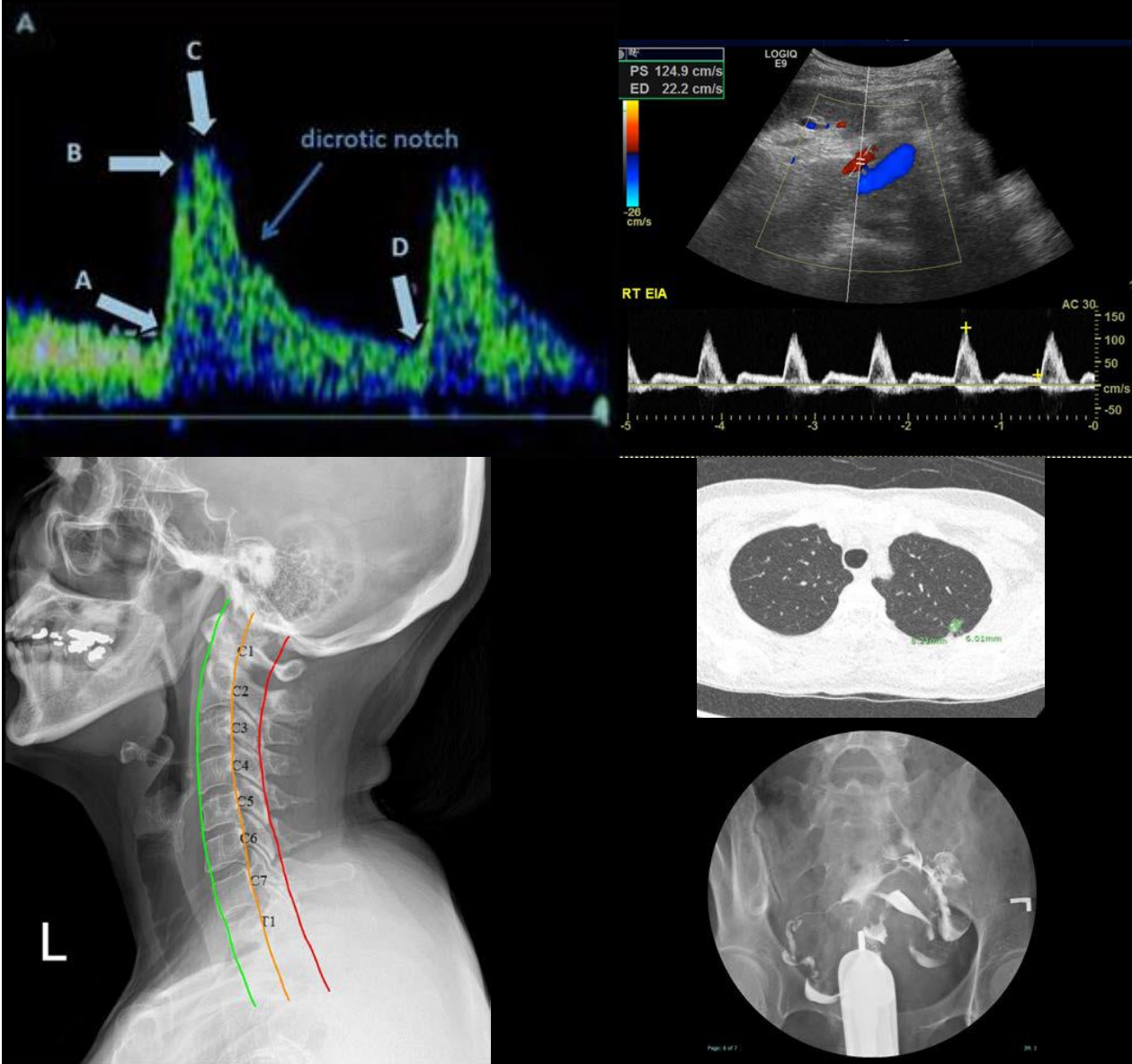




วารสาร รังสีวิทยาศิริราช JOURNAL OF SIRIRAJ RADIOLOGY

e-ISSN 2673-0685

Vol.6 No.1 January – June 2019



6

ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ส่งบทความเพื่อลงตีพิมพ์

วารสารรังสีวิทยาศิริราช

วัตถุประสงค์

1. เพื่อดำเนินการจัดทำ “วารสารรังสีวิทยาศิริราช” ให้เป็นรูปธรรมและเป็นอัตลักษณ์หนึ่งของภาควิชารังสีวิทยา
2. เพื่อเป็นแหล่งตีพิมพ์ผลงานทางวิชาการในสาขา รังสีวิทยาแก่แพทย์ ฟิสิกส์การแพทย์ รังสีเทคนิค นักรังสีการแพทย์ พยาบาลรังสีวิทยา และบุคลากรสายสนับสนุน ที่มีคุณภาพในระดับประเทศ
3. เพื่อให้บุคลากรทางการแพทย์และบุคลากรสายสนับสนุนมีโอกาสนำเสนอผลงานตีพิมพ์เพิ่มขึ้น
4. เพื่อสนับสนุนให้บุคลากรทำงานวิจัยเพื่อความก้าวหน้าในวิชาชีพ

บทความที่จะลงตีพิมพ์ในวารสาร

- นิพนธ์ต้นฉบับ (Original article)
- รายงานผู้ป่วย (Case report)
- บทความปริทัศน์ (Review article)
- บทความพิเศษ (Special article)

การเตรียมต้นฉบับ

- ใช้โปรแกรม Microsoft Word for window ประกอบด้วยเนื้อเรื่อง ภาพประกอบ รูปภาพ และตาราง
- หน้าแรก ประกอบด้วย
 - ชื่อเรื่อง
 - ชื่อ – สกุล ของผู้เขียนทุกท่าน
 - สถานที่ทำงาน

- การเขียนบทความประเภท

- นิพนธ์ ต้นฉบับ ประกอบด้วย
- บทคัดย่อ ประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี วัตถุประสงค์ (Objective) วัสดุและวิธีการแบบวิจัย (Material and Method) ผลการศึกษา (Results) และสรุป (Conclusion)
- คำสำคัญ (Keywords) จำนวน 3-6 คำ
- เนื้อหา ประกอบด้วย บทนำ (Introduction) วัสดุและวิธีการ (Material and Method) ผลการศึกษา (Results) วิจารณ์ (discussion) สรุป (Conclusion) และเอกสารอ้างอิง (Referenes)
- รายงานผู้ป่วย ประกอบด้วยหัวข้อ บทนำ (Introduction) รายงานผู้ป่วย (case report) วิจารณ์ (Discussion) สรุป (Conclusion) และเอกสารอ้างอิง (Reterences)
- บทความปริทัศน์ ตามแต่ผู้เขียนเห็นสมควร แต่สามารถให้มีรูปแบบคล้ายกับนิพนธ์ฉบับได้

คำแนะนำในการเขียนบทความ

- รูปภาพและตารางรวมอยู่ในเนื้อหา โดยไม่จำเป็นต้องแยกออกมา แต่ควรเขียนเลขที่รูปภาพ ตาราง และคำอธิบาย (หากต้องการตีพิมพ์ภาพสี ให้แจ้งต่อบรรณาธิการ เพื่อพิจารณาและดำเนินการ) ให้สอดคล้องกับเนื้อหา

- ตัวเลขที่ใช้ให้เป็นตัวเลขอารบิก หน่วยที่ใช้ควรใช้หน่วย System International (SI)

- คำย่อใช้ เฉพาะที่เป็นสากลเท่านั้น และต้องบอกคำเต็ม ไว้ครั้งแรกก่อน
- เอกสารอ้างอิงใส่หมายเลขเรียงลำดับที่อ้างอิงในบทความ โดยพิมพ์ยกเหนือข้อความที่อ้างอิง และเขียนในรูปแบบแวนคูเวอร์ (Vancouver style) ถ้ามีคณะผู้รายงานมากกว่า 3 ท่าน ให้เขียนเฉพาะ 3 ท่านแรก
- ผู้รายงานหรือคณะผู้รายงานบทความ เป็นผู้รับผิดชอบต่อความไม่ถูกต้องในเนื้อหาของบทความ
- รูปภาพ และ บทความ ขอให้แยกออกจากกัน โดยเขียนกำกับในรูปภาพเพื่อง่ายต่อการตีพิมพ์
- Abstract มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

วิธีการเขียนบทความตีพิมพ์

- เอกสารต้นฉบับและ CD มายังสำนักงานภาควิหารังสีวิทยา ตึก 72 ปี ชั้นใต้ดิน โรงพยาบาลศิริราช เลขที่ 2 ถนนพรานนก บางกอกน้อย กรุงเทพฯ 10700
- ส่งทาง E-mail : siradiology@mahidol.ac.th
- ส่งทางช่องทางเว็บไซต์ <http://si.mahidol.ac.th/department/radiology/SJR>



คำนำ

วารสารรังสีวิทยาศิริราช ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 ประจำเดือน มกราคม – มิถุนายน 2562 คณะบรรณาธิการ ขอต้อนรับท่านผู้อ่านทุกท่าน เข้าสู่เนื้อหาวิชาความรู้ทางรังสีวิทยาของวารสารรังสีวิทยาศิริราชที่ได้รับบทความวิจัยที่ทันสมัยทางวิชาการ ในฉบับนี้มีเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับบทความทางวิชาการที่น่าสนใจ สำหรับนักรังสีการแพทย์และผู้ปฏิบัติงานทางรังสีวิทยาในการถ่ายเอกซเรย์ทั่วไปของกระดูกสันหลังส่วนคอในภาวะอุบัติเหตุ การตรวจพิเศษอวัยวะสืบพันธุ์สตรี การตรวจอัลตราซาวด์หลอดเลือดไตใหม่ตีบในผู้ป่วยเปลี่ยนไต และการตรวจคัดกรองมะเร็งปอดด้วยเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ปริมาณรังสีต่ำ และแนวคิดเรื่องการใช้สารทึบรังสีเชิงก้ำวหน้า ซึ่งผู้นิพนธ์ได้ศึกษาและเรียบเรียงข้อมูลอย่างน่าสนใจยิ่ง

ดังที่ได้เรียนท่านผู้อ่านข้างต้นถึงเนื้อหาที่มีอยู่ในวารสารฉบับนี้ที่ทันต่อความก้าวหน้าเทคโนโลยี คณะบรรณาธิการวารสารรังสีวิทยาศิริราช หวังว่าข้อมูลที่ได้จากประสบการณ์และผลงานด้านวิจัยและงานด้านวิชาการรังสีวิทยา ในฉบับนี้จะทำให้ท่านผู้อ่านได้รับความรู้เพิ่มเติมและนำไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับบริบทด้านงานบริการของท่านต่อไป ซึ่งจะนำพาสู่ความก้าวหน้าในวงการแพทย์ของรังสีวิทยาต่อไป

คณะบรรณาธิการวารสารรังสีวิทยาศิริราช

CHAPTER

สารบัญ

บทความปริทรรศน์

ข้อำเนิ่งในการตรวจพิเศษทางรังสีระบบอวัยวะสืบพันธุ์สตรี	1
ชุตินา เดชพันพิ้ว	วท.บ.รังสีเทคนิค
นพรัตน์ จีนเขียว	วท.บ.รังสีเทคนิค
ปัญญากร เส็งอั้น	วท.บ.รังสีเทคนิค
บทบาทของภาพทางรังสีต่อการวินิจฉัยภาวะขาดเจ็บ	10
กระดูกสันหลังส่วนคอ	
สรารุณี สวัสดิ์กวั้น	วท.บ.รังสีเทคนิค
บุญเอื้อ สุรสังข์	วท.บ.รังสีเทคนิค
ธนวิทย์ พิมพหังษ์	วท.ม. ฟิสิกส์การแพทย์, วท.บ.รังสีเทคนิค
การวินิจฉัยภาวะหลอดเลือดแดงไตใหม่ตีบในผู้ป่วยที่ปลูกถ่ายไต	18
ด้วยเครื่องตรวจคลื่นเสียงความถี่สูง	
กนกอร เมืองแพน	วท.บ.รังสีเทคนิค
เสาวลักษณ์ พันธุ์เรืองวงศ์	วท.บ.รังสีเทคนิค
การตรวจคัดกรองมะเร็งปอดด้วยเอกซเรย์คอมพิวเตอร์	26
ปริมาณรังสีขนาดต่ำ	
วันพามี ผิวทอง	วท.บ.รังสีเทคนิค
กฤตญา สายสีวานนท์	วท.บ.รังสีเทคนิค
ไพฑูรย์ ฉายอรุณ	วท.บ.รังสีเทคนิค
ข้อำเนิ่งการใช้สารทึบรังสีเชิงก้ำวหน้า	32
เอนก สุวรรณบัณฑิต	ปร.ด.ปรัชญาและจรรยาศาสตร์
	ศศ.ม.จิตวิทยาอุตสาหกรรมและองค์การ, วท.บ.รังสีเทคนิค

บทความปริทรรศน์

ข้อคำนึงในการตรวจพิเศษทางรังสีระบบอวัยวะสืบพันธุ์สตรี

Concerning on Hysterosalpingography

ชุตติมา เดชพันธุ์พั้ว วท.บ.รังสีเทคนิค

นพรัตน์ ชื่นเขียว วท.บ.รังสีเทคนิค

ปัญญากร เส็งอ้น วท.บ.รังสีเทคนิค

บทคัดย่อ

การตรวจพิเศษทางรังสีระบบอวัยวะสืบพันธุ์สตรีมีบทบาทในการประเมินความผิดปกติในภาวะมีบุตรยากในเพศหญิง ผู้ให้บริการทางรังสีจึงต้องคำนึงถึงเทคนิคการตรวจและรายละเอียดของการตรวจ เช่น หลักการ ข้อห้ามในการตรวจ เทคนิคการตรวจ การถ่ายภาพรังสี ภาวะแทรกซ้อน และข้อคำนึงในการให้บริการ เพื่อให้เกิดการปฏิบัติที่เป็นเลิศแก่ผู้ป่วย

คำสำคัญ อวัยวะสืบพันธุ์สตรี รังสี การตรวจพิเศษ

Abstract

Hysterosalpingography is still role in the evaluation of the abnormalities in the infertile women. The provider had to concern the technique and detailed in the examination as principle, contraindication, technique, imaging, complication and service concerning for the best practice to patient.

Keywords: HSG, radiology, special examination

บทนำ

การตรวจพิเศษทางรังสีระบบอวัยวะสืบพันธุ์สตรี (Hysterosalpingography: HSG) เป็นการตรวจโดยการฉีดสารทึบรังสีเข้าไปในโพรงมดลูกและท่อนำไข่เพื่อหาความผิดปกติของร่างกายที่เกี่ยวข้องกับระบบอวัยวะสืบพันธุ์สตรี ในการประเมินความผิดปกติของมดลูกและท่อนำไข่ ซึ่งอาจเป็นมาแต่กำเนิดหรือสาเหตุอื่นใด เช่น ตึงเนื้อ (Polyps) เนื้องอก (Leiomyoma) ภาวะเยื่อมดลูกเจริญผิดที่ (Adenomyosis) และความผิดปกติที่เกิดจากการผ่าตัด การอุดตันของท่อนำไข่ (Tubal occlusion) การอักเสบเฉียบพลันของท่อนำไข่ (Isthmical Nodosa) ปีกมดลูกอักเสบ (Salpingitis) ปีกมดลูกอักเสบเฉียบพลัน (Salpingostomy) และการมีพังผืดเกาะบริเวณด้านนอกของท่อนำไข่ (Peritubal adhesions) [1] Wadhwa (2017) พบว่า HSG มีความไวในการวินิจฉัย 44.83% และความจำเพาะ 86.67% [2] รวมถึงใช้ประเมินในกรณีของผู้หญิงที่มีประวัติแท้งคุกคาม การประเมินหลังการผ่าตัดท่อนำไข่ และการประเมินผู้ป่วยก่อนการผ่าตัดเนื้องอก

แม้จะมีการเสนอการตรวจพิเศษทางรังสีแบบอื่นเช่น อัลตราซาวด์ เพื่อประเมินภาวะเยื่อมดลูกหนาตัวผิดปกติ และการตั้งครรภ์ และการตรวจด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (MRI) เพื่อประเมินผนังมดลูก เช่น รูปร่างมดลูก เนื้องอกที่มดลูก และรังไข่ ซึ่งมีความปลอดภัยสูงกว่า แต่การตรวจ HSG ก็ยังเป็นที่ยอมรับเนื่องจากมีราคาถูก ไม่ต้องดมยาสลบในการตรวจ จึงสามารถให้บริการผู้ป่วยโดยการตรวจแบบผู้ป่วยนอกได้

ปัจจุบัน HSG มีบทบาทอย่างมากในการแพทย์สาขาเจริญพันธุ์ เนื่องจากมีงานวิจัยที่แสดงถึงการเพิ่มการเจริญพันธุ์ (reproductive outcome) ในสตรีที่ได้รับ

การตรวจ HSG เนื่องจากในการตรวจมีกระบวนการชำระล้างท่อนำไข่ (tubal flushing) ร่วมด้วย และผลการวิจัยที่กระทำจากหลายแหล่งวิจัย (multicenter research) พบว่า การใช้สารทึบรังสีชนิดน้ำมันในการตรวจ HSG จะทำให้อัตราการตั้งครรภ์ภายใน 6 เดือนหลังการตรวจ HSG สูงกว่าการใช้สารทึบรังสีชนิดละลายในน้ำ และทารกมีอัตราการรอดชีวิตสูงกว่าด้วย [3]

บทความนี้จะเป็นการทบทวนขั้นตอนการตรวจเทคนิคการถ่ายภาพรังสี และภาพความผิดปกติของมดลูกและท่อนำไข่ รวมถึง ภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้นในการตรวจ

หลักการ

การตรวจพิเศษทางรังสีใช้เครื่องเอกซเรย์แบบจอเรืองแสง (Fluoroscopy machine) ทำการสร้างภาพรังสีด้วยเอกซเรย์แบบ Real time โดยร่วมกับการฉีดสารทึบรังสีผ่านทางช่องคลอดเข้าไปในโพรงมดลูกและท่อนำไข่ ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการตรวจ คือ 6-12 วันหลังจากมีประจำเดือน เนื่องจากช่วงนี้จะเป็นช่วงที่เยื่อโพรงมดลูก (endometrium) บางที่สุด ทำให้เห็นโพรงมดลูกได้ดี โอกาสเกิดการตั้งครรภ์ในช่วงนี้เกิดน้อย ในคนปกติจะเห็นสารทึบรังสีไหลจากโพรงมดลูกไปตามท่อนำไข่ทั้งสองข้าง หากผิดปกติจะมีการอุดตันหรือรอยโรคทำให้สามารถวินิจฉัยความผิดปกติภายในโพรงมดลูกและท่อนำไข่ได้

การเตรียมตัวสำหรับการตรวจ HSG

1. งดการมีเพศสัมพันธ์ทั้งหมดประจำเดือนจนถึงวันนัดตรวจช่วงเวลาที่เหมาะสมในการ

- ตรวจคือ 6-12 วันหลังมีประจำเดือนโดยนับวันแรกของการมีประจำเดือนเป็นวันที่ 1
2. ติดต่อห้องตรวจก่อนเวลานัดหมายประมาณ 30 นาที เพื่อเตรียมตัวก่อนตรวจ
 3. หากผู้มารับการตรวจมีตกขาวหรือมีอาการผิดปกติก่อนการตรวจควรแจ้งให้ทราบก่อนเพื่อประเมินอาการและส่งไปทำการรักษาให้หายก่อนการตรวจ เพื่อหลีกเลี่ยงการติดเชื้อ
 4. หลังการตรวจ อาจมีเลือดออกควรเตรียมผ้าอนามัยมาด้วย 1 ชั้นป้องกันการเปราะเป็น
 5. นำญาติมาด้วย 1 คน เพื่อกรณีฉุกเฉิน
 6. ถ้ามีผลตรวจเก่าจากโรงพยาบาลอื่น ควรนำติดตัวมาด้วยในวันตรวจ

ข้อห้ามในการตรวจ

1. ผู้มารับการตรวจที่สงสัยว่ากำลังจะตั้งครรภ์ แนะนำให้ผู้มารับการตรวจ ตรวจการตั้งครรภ์ ก่อน
2. มีการติดเชื้อในบริเวณอุ้งเชิงกราน
3. มีประวัติแพ้อาหารทะเลหรือแพ้สารทึบรังสี

อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจ

1. เครื่องถ่ายภาพทางรังสี แบบจอเรืองแสง (Fluoroscope) ซึ่งเป็นการถ่ายภาพรังสีแบบ Real-time
2. Set HSG(sterile set) ประกอบด้วย
 - Speculum 3 ขนาด
 - Volsellum คีมทางนรีเวช
 - Cotton swab forceps
 - Higar dilator

-Acorn cannula

- ขามรูปไต , ถ้วยสแตนเลส

3. Contrast media ชนิด water soluble เช่น Iopamidol, Iopromide, Iohexol, Loversol, Iobitridol เป็นต้น โดยใช้ความเข้มข้น 300-400 mgI
4. Sterile water for irrigation
5. สำลีสำหรับเช็ดทำความสะอาด
6. Syringe หัวลิ้นอก ขนาด 10 ml.
7. ผ้าปลอดเชื้อ



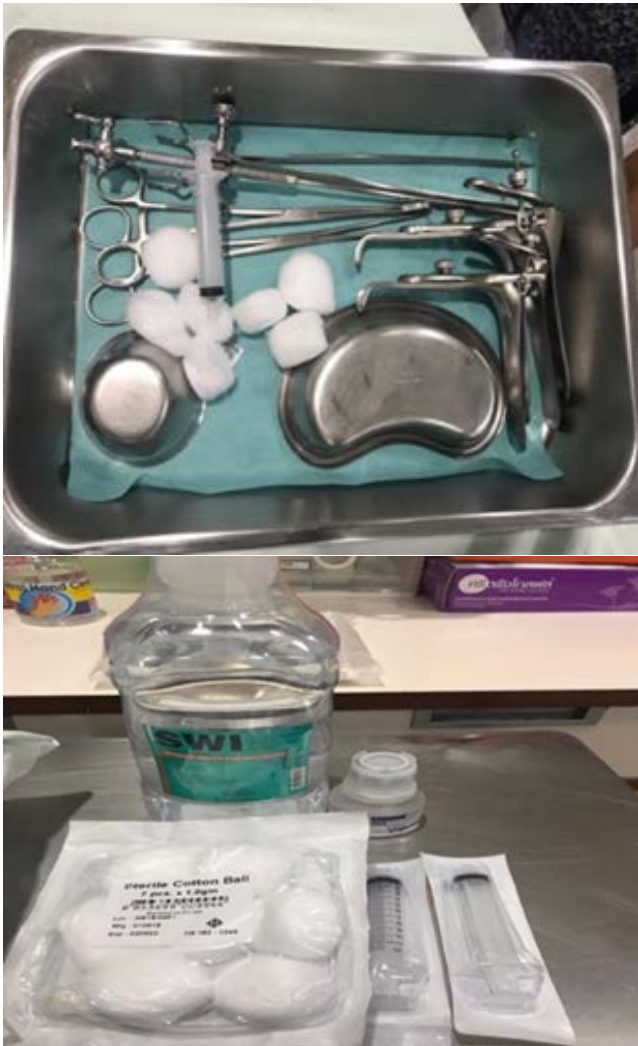
รูป 1 เครื่องตรวจ Fluoroscopy

(ที่มา : หน่วยตรวจพิเศษทางรังสีตึก 72/2 โรงพยาบาลศิริราช)

ขั้นตอนการตรวจ

1. การตรวจHSG เป็นการตรวจแบบ Sterile technique
2. จัดทำให้ผู้มารับการตรวจนอนหงายบนเตียงเอกซเรย์ โดยให้ชันเข้าขึ้นลักษณะคล้ายการตรวจภายใน
3. ทำความสะอาดบริเวณด้านนอกของอวัยวะเพศ จัดการปูผ้าสะอาด คลุมให้เหลือเฉพาะบริเวณที่

ต้องการตรวจ ใต้ Vaginal speculum บริเวณช่องคลอด เพื่อเปิดให้เห็นปากมดลูกได้ชัดเจน ทำความสะอาดภายในอีกครั้ง



รูป 2 HSG set

(ที่มา : หน่วยตรวจพิเศษทางรังสีตึก 72/2 โรงพยาบาลศิริราช)

3. เตรียมประกอบอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจ ทำการประกอบ Acorn cannula ใส่น้ำสารทึบรังสีในกระบอกฉีด นำมาต่อกับตัว cannula ระวังไม่ให้เกิดฟองอากาศในกระบอกฉีด ตรวจสอบให้แน่ใจว่าไม่มีฟองอากาศ ทดสอบดันสารทึบรังสีให้

ไหลออกมาบริเวณปลาย cannula เพื่อป้องกันการเกิดฟองอากาศค้างอยู่ภายในท่อ

4. เมื่อเตรียมอุปกรณ์พร้อมแล้วใส่ Acorn cannula เข้าไปบริเวณช่องคลอดให้ปลาย cannula ชิดกับ uteri cervix ostium จัดทำให้ผู้ป่วยเหยียดขาลงเพื่อทำการตรวจเอกซเรย์บริเวณอุ้งเชิงกราน
5. ฉีดสารทึบรังสีที่ละน้อยเข้าไปพร้อมกับถ่ายภาพรังสีจากจอมอนิเตอร์ ถ่ายภาพเอกซเรย์เป็นระยะ เช่น เมื่อสารทึบรังสีไหลผ่านเข้าไปในมดลูก ท่อนำไข่ทั้งสองข้าง และเมื่อสารทึบรังสีไหลออกทางช่องท้อง

การถ่ายภาพทางรังสี

1. ภาพ scout film ต้องเห็นอุ้งเชิงกรานในท่า AP ให้บริเวณอุ้งเชิงกรานอยู่ตรงกลางภาพ เห็น cannula อยู่ภายใน (รูป 4a)
2. ติด Marker บอกตำแหน่งซ้าย ขวา ให้ชัดเจน
3. ฉีดสารทึบรังสี และถ่ายภาพในท่า AP โดยให้เห็นโพรงมดลูกและท่อมดลูก อยู่กลางภาพ (รูป 4b)
4. ถ่ายภาพรังสีท่า AP เมื่อสารทึบรังสีเข้าไปจนเต็มมดลูกและไหลเข้าท่อนำไข่ทั้งสองข้าง (รูป 4c)
5. ถ่ายภาพรังสีในท่า RPO และ LPO เพื่อให้เห็นท่อนำไข่แต่ละข้างและความผิดปกติ (ถ้ามี) (รูป 4d-e)
6. ถ่ายภาพรังสี Post evacuation หลังเอาอุปกรณ์การตรวจและให้สารทึบรังสีไหลออก (รูป 4f)

ภาพรังสีที่ได้จากการตรวจแสดงดังรูป 3 (a-f) และภาพแสดงความผิดปกติที่พบได้จากการตรวจแสดงดังรูป 4 (a-f)



a



d



b



e



c



f

รูป 3 ภาพรังสีจากการตรวจ HSG
ที่มา : หน่วยตรวจพิเศษทางรังสีตึก 72/2 โรงพยาบาลศิริราช



a. การอุดตันของท่อนำไข่ทั้งสองข้าง



d. Submucosal uterine myoma size 9x4 mm., left tubal obstruction



b. Endometrial polyp at left side uterine left Fallopian tube occlusion



e. Suspicious tubal occlusion at proximal parts of bilateral fallopian tubes



c. Endocervical diverticulum



f. Bilateral tubal occlusion with hydrosalpinx

รูป 4 ภาพความผิดปกติที่พบได้จาก HSG

ที่มา : หน่วยตรวจพิเศษทางรังสีตึก 72/2 โรงพยาบาลศิริราช



g. Right peritubal adhesion, left tubal occlusion with hydrosalpinx



h. S/P left Salpingo – oophorectomy. Tubal occlusion at right fallopian tube

ภาวะแทรกซ้อน

การตรวจ HSG อาจมีภาวะแทรกซ้อนจากหัตถการ เช่น มีเลือดออกกะปริดกะปรอย และจะหยุดได้เองภายใน 24 ชั่วโมง ในบางรายอาจมีการติดเชื้อ มีไข้ ตกขาวมีกลิ่นเหม็นประมาณ 2-3 วันหลังการตรวจ มีอาการปวด ส่วนใหญ่มักจะพบในผู้ป่วยที่มีการอุดตันของท่อนำไข่ มักมีอาการปวดไม่นาน และการแพ้สารทึบรังสีในผู้ป่วยที่แพ้อาหารทะเล

ข้อคำนึงของการตรวจ HSG

การตรวจ HSG เป็นเสมือนการตรวจภายในของเพศหญิงซึ่งมีความเจ็บอาย ดังนั้น จึงต้องมีความระมัดระวังในการตรวจ ข้อคำนึงของการตรวจแบ่งเป็น 1) การเตรียมความพร้อมก่อนการตรวจ และ 2) ผู้ปฏิบัติงานในห้องตรวจ

ข้อคำนึงทางเทคนิคการเตรียมความพร้อมก่อนการตรวจ

- แนะนำให้ผู้รับการตรวจ เข้าห้องน้ำ ปัสสาวะให้เรียบร้อยก่อน เพื่อเป็นการทำให้กระเพาะปัสสาวะว่าง จะทำให้เห็นส่วนที่ต้องการตรวจได้ชัดเจน
- การให้ประวัติก่อนการตรวจที่มากเพียงพอมีความสำคัญ เพื่อลดภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้นหลังการตรวจได้
- อธิบายขั้นตอนการตรวจให้ผู้รับการตรวจทราบ ตั้งแต่เริ่มตรวจจนถึงสิ้นสุดการตรวจเพื่อให้ผู้รับบริการให้ความร่วมมือได้ระหว่างการตรวจ

ข้อควรคำนึงของผู้ปฏิบัติงานในห้องตรวจ

- ผู้ปฏิบัติงานในห้องตรวจ ควรแต่งกายให้สุภาพ เรียบร้อย สวมชุดป้องกันทางรังสี
- งดพูดคุยเล่นกันเองหรือส่งเสียงดังในห้องตรวจ
- ผู้ปฏิบัติงานที่เข้าประจำห้องตรวจควรเป็นผู้หญิงเพื่อลดความเจ็บอายของผู้รับการตรวจ ในกรณีที่เจ้าหน้าที่ประจำห้องตรวจเป็นผู้ชาย ควรแจ้งให้ผู้รับการตรวจทราบ และจัดให้เจ้าหน้าที่ประจำห้องตรวจนั้นอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม

- การจัดทำทางผู้รับการตรวจ ระหว่างทำการตรวจ ควรจัดทำตามเทคนิคที่ถูกต้อง และคำนึงถึงความสะดวกสบายของผู้รับการตรวจ
- ในกรณีที่ผู้รับการตรวจมีลักษณะทางกายวิภาคของมดลูกไม่ปกติ เช่น มดลูกมีลักษณะคว่ำ ให้ใช้ผ้าสะอาดหนาๆ รองบริเวณใต้สะโพก เพื่อยกสะโพกให้สูงขึ้น ทำให้สามารถตรวจได้สะดวกขึ้น
- คลุมผ้าบริเวณส่วนล่างของผู้รับการตรวจให้มากที่สุด ให้เหลือเฉพาะส่วนที่ต้องการตรวจ เพื่อลดการติดเชื้อจากการสัมผัส และช่วยปกปิดอวัยวะบริเวณส่วนล่างไม่ให้เปิดเผยจนเกินไป
- ในระหว่างทำการตรวจ ควรอธิบายขั้นตอนการตรวจเป็นระยะ เพื่อให้ผู้ป่วยเข้าใจในขั้นตอนในการตรวจต่างๆ
- มีการพูดคุย สอบถามอาการผู้รับการตรวจเป็นระยะๆ เพื่อลดความกังวลในการตรวจ และคอยสังเกตความผิดปกติที่เกิดขึ้น เช่น ผู้รับบริการมีอาการเกร็งจากความเจ็บปวดในขณะที่ใส่เครื่องมือ
- ดูแลทำความสะอาดห้องตรวจ และอุปกรณ์ภายในห้องให้สะอาด พร้อมใช้งานได้อย่างสะดวก
- ผู้ปฏิบัติงานในห้องตรวจต้องทบทวนความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติงานแบบ sterile technique
- จัดสภาพแวดล้อมภายในห้องให้เหมาะสม อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่เสมอ

สรุป

การตรวจ HSG เป็นการตรวจที่ยังมีบทบาทมากในการแพทย์สาขาเจริญพันธุ์ การเตรียมตัวในการตรวจไม่ยุ่งยาก ใช้เวลาในการตรวจไม่นาน คั่งนั้น ภาพถ่ายรังสีที่ได้ต้องถูกต้อง มีคุณภาพเพียงพอที่จะแสดงรายละเอียดของมดลูกและท่อนำไข่ได้อย่างชัดเจน ช่วยให้แพทย์สามารถวินิจฉัยหาความผิดปกติเพื่อนำไปวางแผนการรักษาต่อไป ทั้งนี้ นักรังสีการแพทย์ที่ปฏิบัติงานในห้องตรวจต้องมีความรู้ความชำนาญในขั้นตอนการตรวจ การจัดทำได้อย่างเหมาะสม โดยทำงานด้วยการคำนึงถึงคุณภาพในการบริการทางรังสีเป็นสิ่งสำคัญ

บรรณานุกรม

1. Simpson WL, Beitia LG, Mester J. Hysterosalpingography: A reemerging study. **Radiographics.** 2006; 26(2): 419-31.
2. Wadhwa L, Rani P, Bhatia P. Comparative prospective study of hysterosalpingography and hysteroscopy in infertile women. **J Hum Reprod Sci.** 2017; 10(2): 73-78.
3. Dryer K, Rijswijk J, Mijatovic V, Goddijn M, Verhoeve HR, Rooij IAJ, et al. Oil-based or water-based contrast for hysterosalpingography in infertile women. **N Engl J Med.** 2017; 376(21): 2043-52.
4. Bell DJ and Stanislavsky A. **Hysterosalpingogram** (online) สืบค้นจาก :

- <https://radiopaedia.org/articles/hysterosalpingogram>
5. ชัยสิทธิ์ จิระธนพร. **ภาวะผู้มีบุตรยาก** (online).
สืบค้นจาก: <http://becomemom.com/content/136>
 6. **Hysterosalpingography: Technique and Applications** (online) สืบค้นจาก: <https://pdfs.semanticscholar.org/a192/68e7b70b1de23ca9b78112092d9ce3f4926b.pdf>
 7. Harrington L. **Hysterosalpingography and other interventional procedures.** สืบค้นจาก <http://slideplayer.com/slide/5787512/>.
 8. Danielsson K. **Abnormal uterus shapes and miscarriage risks.** สืบค้นจาก <http://verywellfamily.com/abnormal-uterus-and-miscarriage-risk-2371694>
 9. Gurevich R. **Block fallopian tubes: symptoms and treatment.** สืบค้นจาก <http://verywellfamily.com/all-about-blocked-fallopian-tubes-1959927>
 10. Gurevich R. **What to expect during an HSG exam.** สืบค้นจาก <http://verywellfamily.com/does-an-HSG-hurt-1960165>

บทความปริทัศน์

บทบาทของภาพทางรังสีต่อการวินิจฉัยภาวะบาดเจ็บกระดูกสันหลังส่วนคอ

The Role of Diagnostic Imaging for the Cervical Spine Injury

สรารุณี สวัสดิ์กวีวัน วท.บ.รังสีเทคนิค

บุญเอื้อ สุรสังข์ วท.บ.รังสีเทคนิค

ธนวิทย์ พิมพหังษ์ วท.ม. ฟิสิกส์การแพทย์, วท.บ.รังสีเทคนิค

บทคัดย่อ

ภาวะบาดเจ็บกระดูกสันหลังส่วนคอ มักจะเกิดจากการกระแทกโดยตรง และโดยทางอ้อม เช่น ตกจากที่สูง อุบัติเหตุทางคมนาคม การเล่นกีฬา เป็นต้น อันจะนำมาซึ่งภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรงตั้งแต่บาดเจ็บเล็กน้อย จนถึงขั้นทุพพลภาพ หรือถึงขั้นสูญเสียชีวิตได้ ดังนั้นจึงต้องมีวิธีการวินิจฉัยที่สำคัญ คือการตรวจกระดูกสันหลังส่วนคอด้วยวิธีการทางรังสีวินิจฉัย ได้แก่ การตรวจวินิจฉัยเอกซเรย์ทั่วไป ในท่าต่างๆ เช่น ท่า Lateral, ท่า AP เป็นต้น การตรวจวินิจฉัยด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ที่สามารถสร้างภาพอย่างละเอียดในระนาบตัดขวาง และนำไปสร้างภาพในระนาบต่างๆ ได้ การตรวจวินิจฉัยด้วยเครื่องสร้างภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ที่สามารถสร้างภาพเนื้อเยื่อได้ชัดเจน ในระนาบต่างๆ โดยตรง เพื่อการแปลผลที่ถูกต้องแม่นยำ

คำสำคัญ ภาวะบาดเจ็บกระดูกสันหลังส่วนคอ เอกซเรย์ทั่วไป เอกซเรย์คอมพิวเตอร์ การสร้างภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

Abstract

Cervical spine injury is usually caused by directly and indirectly concussion, such as falling from height, transportation accidents, sports, etc., which will lead to serious complications until disability-morbidity. There must have an important diagnostic procedure of cervical spine injury by means of diagnostic radiology, including general x-ray in several positions such as Lateral, AP position , Computerized Tomography which show high resolution of axial plane including create other planes, Magnetic Resonance Imaging which show multiplanar imaging of soft tissue contrast for accuracy result.

Keywords: Cervical Spine Injury, General X-ray, Computerized Tomography, Magnetic Resonance Imaging

บทนำ

อุบัติการณ์การเกิดภาวะบาดเจ็บกระดูกสันหลังแตกหัก พบได้ประมาณ 64 คนต่อประชากร 100000 คนต่อปี ตำแหน่งการบาดเจ็บส่วนใหญ่อยู่บริเวณกระดูกสันหลังส่วนคอร้อยละ 55 [1] ดังนั้น ภาวะบาดเจ็บกระดูกสันหลังส่วนคอ (cervical spine injury) นับเป็นภาวะบาดเจ็บที่รุนแรงมากชนิดหนึ่ง เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ทุพพลภาพ หรือถึงขั้นสูญเสียชีวิตได้ ผู้ป่วยมักจะมีประวัติอุบัติเหตุชัดเจน มีอาการปวดบวมต้นคอ กล้ามเนื้อคอแข็งเกร็ง และไม่สามารถยกศีรษะจากท่านอนขึ้น ลอยจากพื้นเตียงมาตะแคงบริเวณหน้าอก เนื่องจากมีการจำกัดการเคลื่อนไหวของข้อ ในผู้ป่วยที่รู้สึกตัวดีและให้ประวัติอุบัติเหตุได้ มีแขนหรือขาขาและอ่อนแรง การวินิจฉัยจะชัดเจน แต่ในผู้ป่วยที่หมดสติหรือไม่สามารถให้ประวัติที่ชัดเจนได้นั้น ถ้าไม่สามารถวินิจฉัยเรื่องการบาดเจ็บที่กระดูกสันหลังส่วนคอได้ให้คิดว่าผู้ป่วยรายนั้น มีการบาดเจ็บที่กระดูกสันหลังส่วนคอเสมอ จนกว่าจะได้รับการวินิจฉัยที่แน่นอนจากภาพรังสีวินิจฉัย

การตรวจกระดูกสันหลังส่วนคอโดยวิธีรังสีวินิจฉัย

ภาพทางรังสีในภาวะบาดเจ็บกระดูกสันหลังส่วนคอ สามารถทำการตรวจได้หลากหลายรูปแบบ โดยขึ้นอยู่กับเหตุผล แต่ละรูปแบบมีบทบาทที่สำคัญแตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

1. การตรวจเพื่อวินิจฉัยโครงสร้าง และการแตกหักของกระดูกสันหลัง
 - การตรวจวินิจฉัยเอกซเรย์ทั่วไป (General X-ray) เป็นการสร้างภาพเอกซเรย์ธรรมดาของกระดูกสันหลัง

- การตรวจวินิจฉัยด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (Computerized Tomography) เป็นการสร้างภาพตัดขวางของกระดูกสันหลังอย่างละเอียด
2. การตรวจเพื่อวินิจฉัยไขสันหลัง และหมอนรองกระดูก
 - การตรวจวินิจฉัยด้วยเครื่องสร้างภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Resonance Imaging) เป็นการสร้างภาพที่เกิดจากปฏิกิริยาของเนื้อเยื่อ กับสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและคลื่นวิทยุ ความเข้มสูง

การตรวจวินิจฉัยเอกซเรย์ทั่วไป (General X-ray)

การตรวจเอกซเรย์ทั่วไปเป็นการตรวจที่สะดวก รวดเร็ว มีทุกโรงพยาบาล ราคาถูกและมีความไวในการวินิจฉัยร้อยละ 37.4-90 [1] ซึ่งสามารถถ่ายภาพกระดูกสันหลังส่วนคอได้หลายท่าดังนี้

1. ท่า Lateral เป็นท่าที่สำคัญที่สุด และภาพเอกซเรย์ท่า lateral เพียงท่าเดียวที่ถ่ายได้ครบถ้วน เราพบว่าสามารถตรวจพบการบาดเจ็บที่กระดูกสันหลังส่วนคอได้มากถึงร้อยละ 80-90 [2] ภาพที่ดีควรเห็นตั้งแต่ฐานของกะโหลกศีรษะ (base of skull) ลงมาถึงกระดูกสันหลังส่วนคอระดับ C7-T1 (รูปที่ 1) เนื่องจากการบาดเจ็บบริเวณ C6, C7 พบได้บ่อย (ตารางที่ 1 และรูปที่ 2) และได้เห็นเส้นสมมุติต่างๆของกระดูกสันหลังส่วนคอ (รูปที่ 1) ผู้บาดเจ็บที่รู้สึกตัวดีไม่มีอาการรุนแรง นิยมถ่ายเอกซเรย์

ในท่ายืนหรือท่านั่ง ส่วนผู้บาดเจ็บที่หมดสติมี
อาการหนัก ผู้บาดเจ็บส่วนมากจะมาในท่านอน
ราบ โดยทั่วไปจะสามารถถ่ายในท่า AP ได้ง่าย
แต่สำหรับท่า lateral เราจะถ่ายในท่า lateral
view (cross table) (รูปที่ 3) เพื่อลดการ
เคลื่อนไหวกของผู้บาดเจ็บ

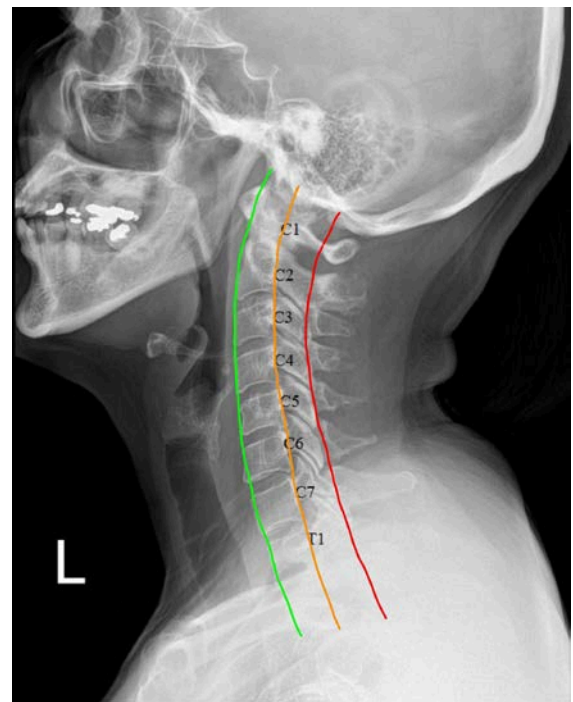
ในกรณีผู้ป่วยฉุกเฉินหรือมีการบาดเจ็บหลาย
แห่งการถ่ายเอกซเรย์ทั่วไปกระดูกสันหลังส่วนคอ ท่า
Lateral เพียงท่าเดียว สามารถให้ข้อมูลได้มากถึงร้อยละ
80 และควรทำในผู้ป่วยทุกราย โดยสังเกตความ
ผิดปกติได้ จากการผิดปกติของแนวกระดูก การแตกหัก
ของกระดูกถึงแม้จะเพียงเล็กน้อยก็มีความสำคัญมาก
ทั้งนี้รวมไปถึงการบวมของเนื้อเยื่อ มีความสำคัญที่บอก
ถึงการบาดเจ็บของโครงสร้างเนื้อเยื่อ และเอ็นยึดได้

2. ท่า Antero-Posterior (AP) เป็นอีกท่าหนึ่งในการช่วยวินิจฉัย ถ่ายได้ง่ายในผู้บาดเจ็บในท่านอนหงาย แต่ภาพเอกซเรย์ในท่า AP จะเห็นได้เฉพาะกระดูกสันหลังส่วนคอตั้งแต่ระดับ C3 ลงมา เนื่องจากมีเงากระดูกและเนื้อเยื่อของโบนามับังกระดูก atlas (C1) และ axis (C2) ไว้ (รูปที่ 4)
3. ท่า Open mouth ถ่ายเพื่อช่วยให้เห็น odontoid process ของกระดูก axis (C2) และความสัมพันธ์ระหว่าง atlas (C1) และ axis (C2) (รูปที่ 5)
4. Swimming ถ่ายเพื่อช่วยให้เห็นบริเวณรอยต่อระหว่างกระดูกสันหลังส่วนคอและกระดูกสันหลังส่วนอก (cervicothoracic junction) ได้ดี

ขึ้น โดยหลบเลี่ยงการบังจากหัวไหล่ทั้ง 2 ข้าง
ไม่ให้มาซ้อนกัน (รูปที่ 6)

ตารางที่ 1 การกระจายของตำแหน่งบาดเจ็บที่กระดูกสันหลังส่วนคอ [3]

ระดับ	ร้อยละ
C1	6
C2	27
C3	10
C4	10
C5	18
C6	27
C7	18



รูปที่ 1 : ภาพเอกซเรย์ท่า lateral ที่เห็นกระดูกสันหลังส่วนคอครบทุกระดับ และเห็นเส้นสมมติต่างๆ ตามสัญลักษณ์สี ดังนี้

- สีเขียว : anterior vertebral line
- สีส้ม : posterior vertebral line
- สีแดง : spinolaminar line

ที่มา : หน่วยรังสีวินิจฉัย โรงพยาบาลศิริราชและवादด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

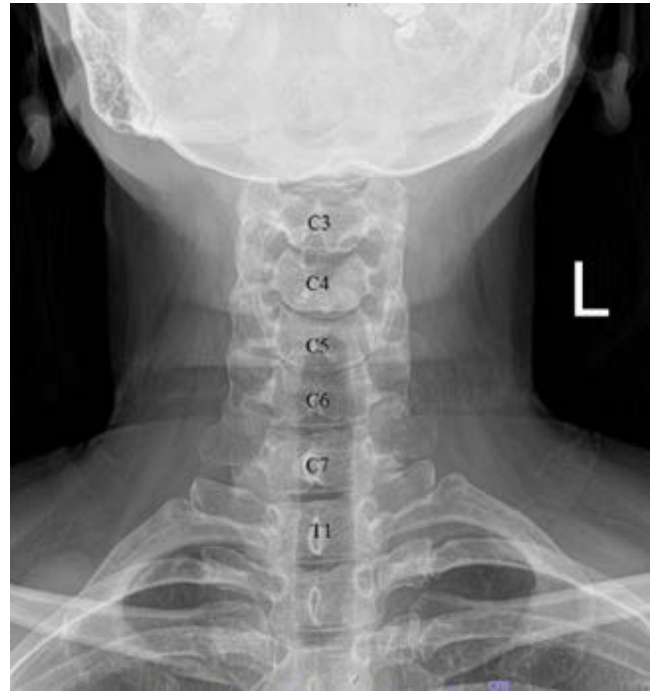


รูปที่ 2 : ภาพเอกซเรย์ท่า lateral เห็นรอยแตก spinous process ของ C6-C7

ที่มา : http://researchgate.net/figure/C6-and-C7-spinous-process-fracture-in-the-lateralRadiographs_fig2_318553809?fbclid=IwAR349H_TbL_09S9scKOij64xq4W_NKhsKsxspsyLaL9Rdvhr8IY4HXLkSZw



รูปที่ 3 : การถ่ายเอกซเรย์ท่า lateral view (cross table)



รูปที่ 4 : ภาพเอกซเรย์ท่า AP

ที่มา : หน่วยรังสีวินิจฉัย โรงพยาบาลศิริราช



รูปที่ 5 : ภาพเอกซเรย์ท่า Open mouth ในรูปจะเห็น odontoid process ได้ชัดเจน

ที่มา : หน่วยรังสีวินิจฉัย โรงพยาบาลศิริราช



รูปที่ 6 : ภาพเอกซเรย์ทำ Swimming

ที่มา : <http://static1.squarespace.com/static/5871553a3e00be90c79a68cd/t/590a4093893fc0d318938b44/1493844118030/T16.pdf>

การตรวจวินิจฉัยด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (Computerized Tomography)

เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (Computerized Tomography) เป็นเครื่องตรวจวินิจฉัยที่มีความไวในการวินิจฉัยในผู้ที่สงสัยว่าอาจได้รับบาดเจ็บที่กระดูกสันหลังส่วนคอถึงร้อยละ 95-99.4 เมื่อรวมกับความจำเพาะของการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ที่สูงถึงร้อยละ 93.4 สามารถสร้างภาพในระนาบตัดขวาง (axial plane) (รูปที่ 7A) และยังสามารถสร้างภาพใหม่ (reconstruction) ระนาบในแนวตั้งที่แบ่งร่างกายออกเป็นซีกซ้ายและขวา (sagittal plane) (รูปที่ 7B) และระนาบที่ตั้งฉากกับ sagittal plane ที่แบ่งร่างกายออกเป็นซีกส่วนหน้ากับส่วนหลัง (coronal plane) (รูปที่ 7C) ร่วมในการวินิจฉัย

ด้วย ช่วยทำให้เห็นรายละเอียดของกระดูกที่แตกหัก เลื่อนตัว และผลกระทบต่อช่องไขสันหลังได้ ช่วยลดปัญหาการซ้อนทับของเงากระดูกและเนื้อเยื่อที่พบในการถ่ายภาพเอกซเรย์ทั่วไป โดยเฉพาะบริเวณรอยต่อของกะโหลกศีรษะและกระดูกสันหลังส่วนคอ (craniocervical junction) และบริเวณรอยต่อของกระดูกสันหลังส่วนคอและส่วนหน้าอก (cervicothoracic junction) ข้อดีของการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์คือ มีราคาแพง ไม่มีในทุกโรงพยาบาล และได้รับปริมาณรังสีมากกว่าการตรวจเอกซเรย์ทั่วไป



รูปที่ 7 (A,B,C) : ภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ในแนว axial ที่ปลายลูกศร จะเห็น spinous process แตกหัก และภาพในแนว sagittal และแนว coronal ตามลำดับ

ที่มา : หน่วยรังสีวินิจฉัย โรงพยาบาลศิริราช

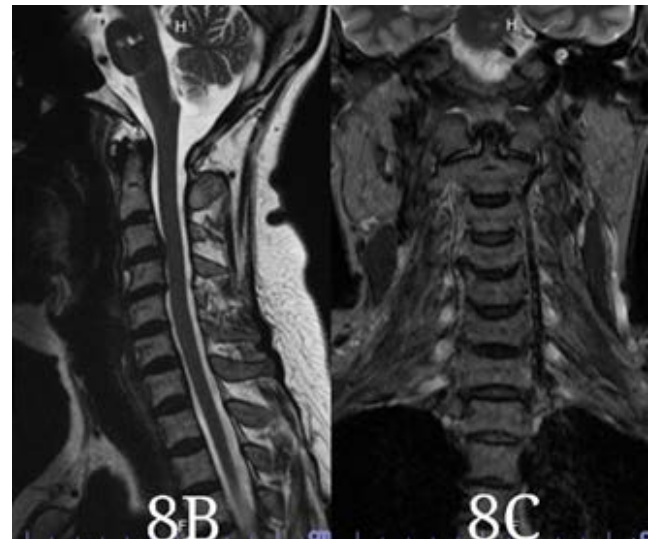
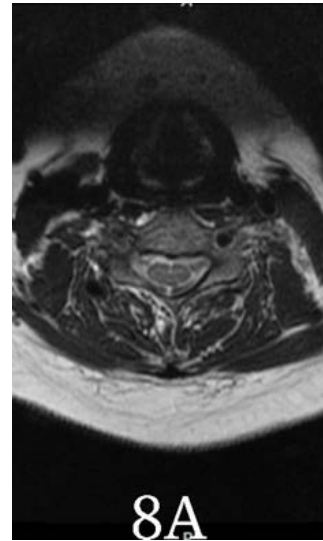


การตรวจวินิจฉัยด้วยเครื่องสร้างภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Resonance Imaging)

เครื่องสร้างภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Resonance Imaging) เป็นเครื่องตรวจวินิจฉัยที่ให้ภาพที่เกิดจากการปฏิกริยาระหว่างคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับเนื้อเยื่อของร่างกาย มีความสำคัญมากขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะเมื่อไม่พบความผิดปกติใดๆ จากภาพเอกซเรย์ทั่วไปหรือเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ มีประโยชน์มากในกรณีสงสัยบาดเจ็บไขสันหลัง (spinal cord injury) บอกรวมถึงความผิดปกติของไขสันหลัง หมอนรองกระดูกสันหลัง เส้นเอ็น (ligament) และการบาดเจ็บของ body ของกระดูกสันหลังได้ดี ตรวจได้ในทุกระนาบที่ต้องการได้โดยตรง เช่น axial plane (รูปที่ 8A) , sagittal plane (รูปที่ 8B), coronal plane (รูปที่ 8C) โดยไม่ต้องผ่านการสร้างภาพใหม่ (reconstruction) เหมือนในการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ ข้อดีของการตรวจชนิดนี้ คือ ราคาแพง มีเฉพาะโรงพยาบาลขนาดใหญ่ ใช้เวลานานในการทำแต่ละครั้ง และต้องได้รับความร่วมมือจากผู้บาดเจ็บ ในกรณีผู้บาดเจ็บไม่รู้สึกรู้ตัว ต้องใส่ท่อช่วยหายใจ มีอุปสรรคทางการแพทย์เพื่อติดตามอาการและเครื่องช่วยหายใจ จำเป็นต้องเป็นอุปกรณ์ที่สามารถเข้าไปในสนามแม่เหล็กได้

สรุป

การวินิจฉัยภาวะบาดเจ็บกระดูกสันหลังส่วนคอ (Cervical Spine Injury) ด้วยภาพทางรังสี เป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย มีความน่าเชื่อถือ และจำเป็นต้องทำตามแนวทางการวินิจฉัย เพื่อให้ได้ข้อมูลเบื้องต้น โดยเฉพาะการประเมินภาวะความมั่นคงของโครงสร้างกระดูกสันหลังส่วนคอ (C-spine stability) ทั้งนี้ เน้นการ



รูปที่ 8 (A,B,C) : ภาพที่เกิดจากการสร้างภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในแนว axial แนว sagittal และแนว coronal ตามลำดับ

ที่มา : หน่วยรังสีวินิจฉัย โรงพยาบาลศิริราช

จำแนกชนิดของการแตกหัก และการวางแผนการรักษา การวินิจฉัยทางรังสีเพียงเอกซเรย์ทั่วไป ก็ได้ข้อมูลที่สำคัญ แต่ในปัจจุบันการแพทย์ก้าวหน้าขึ้น มีการตรวจทางรังสีวินิจฉัยหลายรูปแบบ ทำให้ในปัจจุบันแนะนำให้ส่งตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์แทนการตรวจเอกซเรย์ทั่วไป เอกซเรย์คอมพิวเตอร์จะช่วยบอกรายละเอียดของภาวะบาดเจ็บและมิติของพยาธิสภาพให้ชัดเจนขึ้น เพื่อลดการวินิจฉัยที่ผิดพลาด ส่วนการส่งตรวจด้วยเครื่องสร้างภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้ามีประโยชน์

อย่างมากในกรณีที่มีการบาดเจ็บของประสาทไขสันหลังและมีการสูญเสียการทำงานของระบบประสาทซึ่งการเลือกตรวจทางรังสีวินิจฉัยนั้นขึ้นอยู่กับเหตุผลตามข้างต้น และการตรวจรูปแบบต่างๆจะมีข้อดีข้อด้อยแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับแพทย์เจ้าของไข้ผู้วินิจฉัยโรคจะเลือกใช้การตรวจชนิดไหนมาช่วยวินิจฉัยโรค ภาพทางรังสีควรมีคุณภาพและรายละเอียดของภาพที่ดีนำไปสู่การวินิจฉัยโรคที่รวดเร็ว และสามารถแปลผลได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เพื่อป้องกันภาวะทุพพลภาพสูญเสียชีวิต และช่วยให้แพทย์วางแผนการดูแลรักษาผู้บาดเจ็บต่อไป

บรรณานุกรม

1. ฐาตุร เอี้ยวสกุล. การวินิจฉัยการบาดเจ็บกระดูกสันหลังและไขสันหลังส่วนคอ (cervical spine clearance). ใน : สจวนสิน รัตนเลิศ (บรรณาธิการ). ศัลยศาสตร์วิวัฒน์ เล่ม 45. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์กรุงเทพเวชสาร; 2554. หน้า 198-225.
2. Macdonald RL, Schwartz ML, Mirich D, Sharkey PW, Nelson WR. Diagnosis of cervical spine injury in a motor vehicle crash victim: how many x-rays are enough? **J Trauma** 1990; 30: 392-397
3. Gehweiler JA Jr, Osborne RL Jr, Becker RF. **The radiology of vertebral trauma.** Philadelphia: WB Saunders, 1980.
4. Hanson JA, Blackmore CC, Mann FA, Wilson AJ. Cervical spine injury: accuracy of helical CT as a screening technique. **Emerg Radiol** 2000; 7: 31-35.
5. สิทธิพร หิรัญแพทย์. รังสีวินิจฉัยภาวะบาดเจ็บกระดูกสันหลังส่วนคอ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โอ เอส พริ้นติ้งเฮาส์, 2546.
6. กฤษณี ประภาสวัต, วลัยลักษณ์ ชัยสุตร, อภิญญา เจริญศักดิ์ (บรรณาธิการ). **รังสีวินิจฉัย Diagnostic radiology.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล, 2546.

ตารางที่ 2 ข้อดีข้อด้อยของการตรวจทางรังสีวินิจฉัย

Modality	ข้อดี	ข้อด้อย
1.การตรวจวินิจฉัยเอกซเรย์ทั่วไป	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจได้สะดวก รวดเร็ว - ใช้ปริมาณรังสีน้อย - ราคาถูก - มีทุกโรงพยาบาล 	<ul style="list-style-type: none"> - ภาพที่ได้เป็นภาพ 2 มิติ ไม่สามารถบอกความลึกได้ และให้ภาพเป็นภาพรวมของทั้งอวัยวะ
2.การตรวจวินิจฉัยด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์	<ul style="list-style-type: none"> - สามารถตรวจหาความผิดปกติของกระดูก และข้อต่อต่างๆ เช่น การหัก การหลุด ได้ดี - การตรวจได้ภาพตัดขวาง แต่สามารถได้ภาพทุกแนวต้องทำการสร้างใหม่ (reconstruction) - ตรวจใช้เวลาเร็วกว่าMRI 	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้ปริมาณรังสีมาก - อัตราการแพ้สารทึบรังสีสูง และไม่มีต่อผู้ป่วยโรคไต เพราะสารทึบรังสีมีส่วนประกอบของ iodine - ราคาแพง - ลำบากในผู้ป่วยกลัวที่แคบ หรือไม่สามารถนอนราบในอุโมงค์ตรวจได้ - มีบางโรงพยาบาล
3.การตรวจวินิจฉัยด้วยเครื่องสร้างภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า	<ul style="list-style-type: none"> - สามารถจำแนกคุณสมบัติของเนื้อเยื่อที่แตกต่างกันได้หลายแบบ - ตรวจได้ทุกระนาบ โดยไม่ต้องเคลื่อนย้ายหรือเปลี่ยนท่าผู้ป่วย - สามารถทำการตรวจได้แม้เป็นโรคไต โดยไม่ต้องฉีดสารทึบรังสี - โอกาสแพ้สารทึบรังสีที่ใช้ในการตรวจ (Gadolinium) น้อยมาก - ไม่ใช้รังสี 	<ul style="list-style-type: none"> - ห้ามผู้ป่วยที่ผ่าตัดใส่โลหะต่างๆในร่างกายเช่น ข้อเทียม กระสุนปืน เข้าเครื่องตรวจ - ควรระวังผู้ป่วยที่ผ่าตัดใส่เครื่องกระตุ้นการเต้นของหัวใจ (Cardiac pacemaker) และการผ่าตัดคดคกลิปอุดหลอดเลือดในเส้นเลือดโป่งพอง (Aneurysm clips) - ลำบากในผู้ป่วยกลัวที่แคบ หรือไม่สามารถนอนราบในอุโมงค์ตรวจได้ - อุปกรณ์ที่ใช้ในผู้ป่วยไม่รู้สีกตัว ต้องเป็นวัสดุที่สามารถเข้าสนามแม่เหล็กได้ - ตรวจใช้เวลานาน - ราคาแพงมาก - มีเฉพาะโรงพยาบาลขนาดใหญ่

บทความปริทรรศน์

การวินิจฉัยภาวะหลอดเลือดแดงไตใหม่ตีบ
ในผู้ป่วยที่ปลูกถ่ายไตด้วยเครื่องตรวจคลื่นเสียงความถี่สูง

Doppler Ultrasound of Renal Artery Stenosis in Transplanted Kidney

กนกอร เมืองแพน

วท.บ.รังสีเทคนิค

เสาวลักษณ์ พันธุ์เรืองวงศ์

วท.บ.รังสีเทคนิค

บทคัดย่อ

ภาวะหลอดเลือดแดงที่ไตใหม่ตีบ (Transplant renal artery stenosis : TRAS) เป็นภาวะที่พบได้ถึง 12%[9] ในผู้ป่วยที่ได้รับการปลูกถ่ายไตใหม่ สามารถตรวจทางรังสีด้วยการตรวจด้วยคลื่นความถี่สูง (Duplex doppler ultrasonography) โดยการตรวจด้วยการตรวจด้วยคลื่นความถี่สูง Doppler เป็นการตรวจที่แพทย์นิยมส่งตรวจ เนื่องจากการตรวจแบบไม่รุ้นแรง (noninvasive) ไม่ต้องรับความเสี่ยงจากสารทึบรังสี ใช้เวลาในการตรวจไม่นาน ผู้ป่วยไม่ต้องเตรียมตัวก่อนตรวจ จึงควรเข้าใจในเทคนิคและภาพสำคัญในการตรวจ เพื่อการตรวจที่ประสบความสำเร็จ

คำสำคัญ การปลูกถ่ายไต อัลตราซาวด์ หลอดเลือดแดงไตใหม่ตีบ

Abstract

Transplant renal artery stenosis was found 12% in the patient underwent kidney transplantation. It could diagnosis by duplex Doppler ultrasonography which usually be the choice of examination because of the invasive technique, no radiation dose, fast examination and no need to preparation. The technique and imaging is the key to success the examination.

Keywords: Kidney transplantation, Doppler ultrasound, Transplant renal artery stenosis

ภาควิหารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

มหาวิทยาลัยมหิดล

บทนำ

การปลูกถ่ายไต คือ วิธีหนึ่งที่ช่วยรักษาผู้ป่วยโรคไตวายระยะสุดท้ายที่ไตไม่สามารถทำงานได้ โดยวิธีการนี้จะเป็นการผ่าตัดนำเอาไตจากผู้อื่นมาใส่ในบริเวณตำแหน่งช่องเชิงกรานของผู้รับ ไตใหม่ที่จะนำมาผ่าตัดนั้นจะต้องผ่านการทดสอบว่าสามารถทำงานได้ และเนื้อเยื่อเข้ากันได้กับผู้รับ หากการปลูกถ่ายไตได้ผลดีหรือไตใหม่สามารถทำงานได้ดี ผู้ป่วยรายนั้นก็มักจะกลับมามีคุณภาพชีวิตที่ดีอีกครั้งหนึ่ง

ภาวะหลอดเลือดแดงที่ไตใหม่ตีบ (Transplant renal artery stenosis : TRAS) เป็นภาวะที่พบหลังจากที่ผู้ป่วยได้รับการผ่าตัดไตใหม่โดยพบได้มากถึง 12%[9] โดยมักจะพบในช่วง 3 เดือนแรกหลังจากการผ่าตัด ภาวะหลอดเลือดแดงไตใหม่ตีบมักเกิดจากสาเหตุดังต่อไปนี้

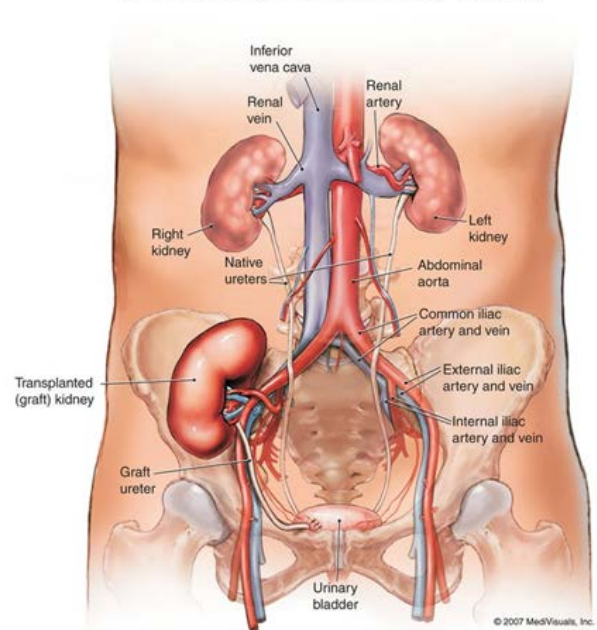
- เส้นเลือดของผู้รับเกิดภาวะหลอดเลือดแดงแข็ง (Atherosclerosis)
- เนื้อเยื่อบุโพรงผนังหลอดเลือดของผู้รับ หรือผู้ให้เกิดความเสียหายเนื่องจากการผ่าตัด (Clamp injury)
- เทคนิคการผ่าตัด โดยส่วนใหญ่จะพบในเทคนิคการต่อเส้นเลือดแบบ end-to-end anastomosis มากกว่าการใช้เทคนิคการต่อเส้นเลือดแบบ end-to-side anastomosis
- หลอดเลือดเกิดมูม เนื่องจากความยาวระหว่างหลอดเลือดแดงไตใหม่และหลอดเลือดแดงกระดูกสันหลัง (Iliac artery) ไม่เหมาะสม
- หลอดเลือดแดงไตใหม่คดหรือหักงอ

อาการแสดง

ผู้ป่วยที่มีภาวะหลอดเลือดแดงไตใหม่ตีบมักมาด้วยอาการดังต่อไปนี้

- ความดันโลหิตสูงที่ไม่ตอบสนองต่อยาลดความดันโลหิต มักพบในช่วง 6-12 เดือน หลังจากการผ่าตัดไตใหม่
- ตรวจพบเสียง bruit บริเวณเส้นเลือด Iliac artery พบได้ถึง 50% ของผู้ป่วยที่เป็นโรคนี้

A Grafted (Transplanted) Kidney



รูป 1 : แสดงตำแหน่งของไตใหม่

ที่มา : <http://imgur.com/gallery/1QgiHZG>

การตรวจทางรังสี

การวินิจฉัยภาวะหลอดเลือดไตใหม่ตีบสามารถทำได้ 4 วิธี โดยแต่ละวิธีจะมีทั้งข้อดีและข้อด้อย โดยแพทย์จะเป็นผู้พิจารณาวิธีที่เหมาะสมในการส่งตรวจ

1. การฉีดสารทึบรังสีเข้าตรวจหลอดเลือดที่ไตใหม่ (Renal angiogram) ทำให้ทราบตำแหน่ง

ของบริเวณหลอดเลือดที่ตีบได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ โดยสามารถตรวจดูได้อย่างชัดเจนทั้งในหลอดเลือดแดงหลักและหลอดเลือดแดงแขนง การทำ Renal angiogram ถือเป็น gold standard[7] หากพบว่าตีบบริเวณที่ตีบจริงสามารถให้รักษาได้ทันที ด้วยการทำ percutaneous transluminal renal angioplasty (PTRA) ซึ่งเป็นการรักษาที่ให้ผลได้ถึง 70%-90%[11] แต่การวินิจฉัยด้วยการตรวจวิธีนี้จะมีค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูง ผู้ป่วยจะต้องเตรียมตัวก่อนเข้ารับการตรวจ และอาจมีข้อจำกัดหากผู้ป่วยแพ้สารทึบรังสี

2. การตรวจหลอดเลือดแดงด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic resonance angiography : MRA) การตรวจด้วยวิธีนี้สามารถตรวจดูตำแหน่งของหลอดเลือดที่ตีบได้อย่างชัดเจนและแม่นยำ มีความน่าเชื่อถือในการแปลผล ผู้ป่วยที่เข้ารับการตรวจด้วยวิธีนี้จะไม่ได้รับรังสี และไม่จำเป็นต้องเตรียมตัวก่อนเข้ารับการตรวจ แต่ข้อเสียของการตรวจด้วยวิธีนี้คือใช้เวลาในการตรวจนาน และมีข้อจำกัดในผู้ป่วยที่มีประวัติมีอุปกรณ์หรือวัสดุที่เป็นโลหะที่ไม่สามารถเข้ารับการตรวจด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้อยู่ภายในร่างกาย
3. การตรวจหลอดเลือดด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (Computed tomography angiography : CTA) การตรวจด้วยวิธีนี้สามารถเห็นเส้นเลือดได้อย่างชัดเจน มีความน่าเชื่อถือในการแปลผล ใช้เวลาในการตรวจไม่นาน ผู้ป่วยได้รับรังสีและต้องเตรียมตัวล่วงหน้าก่อน

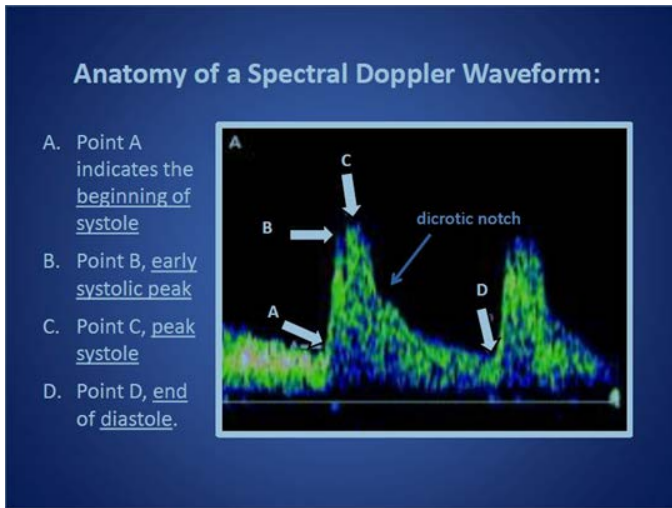
เข้ารับการตรวจ อาจมีข้อจำกัดหากผู้ป่วยแพ้สารทึบรังสี

4. การตรวจด้วยคลื่นความถี่สูง (Duplex Doppler ultrasonography) แพทย์มักพิจารณาเลือกการตรวจนี้เป็นอันดับแรกเพื่อใช้คัดกรองและวินิจฉัยผู้ป่วยที่สงสัยภาวะหลอดเลือดแดงไตใหม่ตีบ เพราะเป็นการตรวจแบบ Non invasive ผู้ป่วยไม่ต้องได้รับรังสี ไม่ต้องเตรียมตัวก่อนเข้ารับการตรวจ และไม่ต้องรับความเสี่ยงจากการได้รับสารทึบรังสี นอกจากนี้การตรวจด้วยวิธีนี้ยังใช้เวลาไม่นาน ให้การแปลผลที่น่าเชื่อถือและแม่นยำพอสมควร มีค่าใช้จ่ายที่ไม่แพง เครื่องอัลตราซาวด์ขนาดเล็กที่ใช้ในการตรวจสามารถเคลื่อนย้ายไปที่หอผู้ป่วยได้ เหมาะสำหรับการตรวจผู้ป่วยที่เคลื่อนย้ายลำบาก แต่ข้อดีของการตรวจด้วยวิธีนี้คือ ความแม่นยำในการแปลผลจะขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้ตรวจ รวมถึงขนาดตัวของผู้ป่วยที่อ้วนมากจะทำให้การแปลผลจากการตรวจยากมากขึ้น

หลักการของ Doppler ultrasound

Doppler ultrasound อาศัยการเปลี่ยนแปลงความถี่ของคลื่นเสียงที่มากระทบเซลล์เม็ดเลือดที่เคลื่อนที่ภายในหลอดเลือด และอาศัยสมการของ Doppler ในการคำนวณหาความเร็วของกระแสเลือด โดยแสดงออกในรูปของ waveform ซึ่ง waveform จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของหลอดเลือดด้วย

- Color flow mode หรือ CF Mode จะสามารถบอกการไหลเวียนของเลือดและแสดงทิศทางการไหลของเลือด โดยแสดงในรูปของสี โดยทั่วไปเลือดที่วิ่งเข้าสู่หัวใจจะแสดงด้วยสีแดง และเลือดที่วิ่งออกจากหัวใจจะแสดงด้วยสีน้ำเงิน
- Pulse wave mode หรือ PW Mode ใช้หลักการเดียวเป็นทั้งตัวรับและส่งคลื่นเสียงเป็นช่วงๆ โดยหัวตรวจจะส่งคลื่นเสียงไปยังจุดที่ต้องการตรวจ และรอรับสัญญาณสะท้อนกลับจึงจะส่งคลื่นเสียงได้อีกครั้งหนึ่ง PW mode จะขึ้นอยู่กับเวลาและความลึกของจุดที่ต้องการตรวจ รวมทั้งความเร็วของหลอดเลือดที่ต้องการตรวจด้วย โดยจะแสดงผลในรูปแบบของ waveform ดังรูปที่ 2



รูป 2 : ลักษณะ waveform ที่ได้จากการทำ Doppler ultrasound และแสดงจุดที่สำคัญต่างๆของกราฟ

ที่มา : [https:// eiseverywhere.com/file_uploads/db3b469e730eca4fa1b9d0fd7a179c5_VIS.pdf](https://eiseverywhere.com/file_uploads/db3b469e730eca4fa1b9d0fd7a179c5_VIS.pdf)

Doppler Kidney Transplant Ultrasonography

การเตรียมเครื่องมือก่อนการตรวจ

เลือกชื่อผู้ป่วยจาก Worklist ให้ถูกต้องและเข้าชื่อผู้ป่วย เลือกใช้หัวตรวจให้เหมาะกับการตรวจ ในที่นี้ยกตัวอย่างเครื่อง GE รุ่น LOGIQ E9 Ultrasound เลือกหัวตรวจแบบ convex C1-6 ดังรูปที่ 3 เลือกโปรแกรมการตรวจเป็น ABD_DOP และเข้าหน้าปฏิบัติการพร้อมตรวจ



รูปที่ 3 : ภาพหัวตรวจชนิด convex C1-6



รูป 4 : ตำแหน่งรอยแผลผ่าตัดของผู้ป่วยที่ได้รับการปลูกถ่ายไตใหม่

ที่มา : [http:// asterbangalore.com/robotic-kidney-transplant](http://asterbangalore.com/robotic-kidney-transplant)

การเตรียมตัวผู้ป่วยก่อนเข้ารับการตรวจ

เนื่องจากการตรวจ Doppler kidney transplant เป็นการตรวจในช่วงลำตัวช่วงล่าง จะมีการจัดทำผู้ป่วยแตกต่างจากการตรวจ Doppler kidney ปกติ เนื่องจากไตปกติของผู้ป่วยจะอยู่บริเวณกลางลำตัวเอียงไปทางด้านหลังของผู้ป่วย แต่ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดปลูกถ่ายไตใหม่ ไตใหม่จะอยู่ที่บริเวณอุ้งเชิงกราน ดังนั้นการจัดท่าเพื่อตรวจ Doppler kidney transplant จำเป็นที่จะต้องเปิดผ้าให้ต่ำกว่าปกติ โดยสังเกตจากบริเวณรอยแผลผ่าตัด ดังรูปที่ 4 ดังนั้นจึงต้องเปิดผ้าให้ต่ำกว่ารอยแผลผ่าตัดเล็กน้อย เพื่อให้สะดวกต่อการตรวจ

การจัดทำผู้ป่วย เนื่องจากการตรวจนี้เป็นการตรวจช่วงลำตัวส่วนล่าง ผู้ป่วยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนเสื้อผ้า ให้ผู้ป่วยนอนหงายราบบนเตียง ยกแขนขึ้นวางบนหมอน เปิดชายเสื้อขึ้นและปลดกางเกงลงเล็กน้อยให้ครอบคลุมรอยแผลผ่าตัดบริเวณอุ้งเชิงกราน ดังรูปที่ 5 และนำผ้ามาปิดคลุมบริเวณที่ไม่ได้ตรวจให้เรียบร้อย



รูป 5 : ภาพแสดงการจัดทำผู้ป่วยและการปิดคลุม

ขั้นตอนการตรวจ

ก่อนตรวจบีบเจลสำหรับตรวจอัลตราซาวด์ลงบนบริเวณที่ต้องการตรวจ นิยมใช้เจลเป็นตัวกลาง ช่วยลดช่องว่างอากาศระหว่างหัวตรวจและผิวหนัง ส่งผ่านคลื่นอัลตราซาวด์แบบสัมผัสผิวโดยตรง เนื่องจากคลื่นเดินทางผ่านตัวกลางที่เป็นอากาศได้ไม่ดี

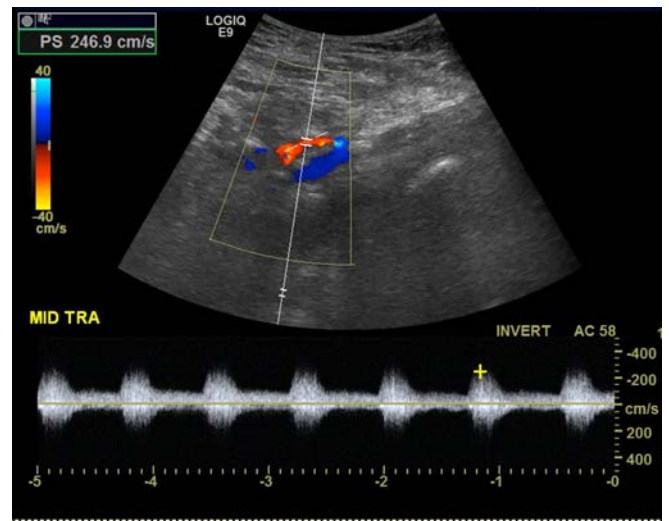
1. วางหัวตรวจลงบนตำแหน่งไตใหม่ เก็บภาพไตใหม่ในแนวขวางและแนวยาว และวัดขนาดไตใหม่ทั้งสองแนว
2. ถ่ายรูปตามยาวของไตใหม่และเข้า Color mode เพื่อแสดงสีเส้นเลือดที่เข้าหรือออกจากหัวตรวจและเข้า Pulse wave mode เพื่อประเมินการทำงานของเส้นเลือด โดยจะตรวจดูเส้นเลือดแดงขนาดเล็กของไตใหม่ (interlobar artery) แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนบน (upper), ส่วนกลาง (middle) และส่วนล่าง (lower) ทำการวัดค่า peak systolic velocity (PSV) และ end diastolic velocity (EDV) เพื่อให้เครื่องคำนวณค่า resistive index (RI) จาก waveform ที่ได้ ดังรูปที่ 6
3. ถ่ายรูปตามยาวของเส้นเลือดแดงใหญ่ของไตใหม่ (Transplant renal artery) และเข้า Color mode เพื่อแสดงสีเส้นเลือดที่เข้าหรือออกจากหัวตรวจ เข้า Pulse wave mode เพื่อประเมินการทำงานของเส้นเลือด โดยตรวจดู main transplant renal artery ทุกเส้น ทำการวัดค่า PSV จาก wave form ที่ได้ ดังรูปที่ 7
4. ถ่ายรูปตามยาวของบริเวณจุดเชื่อมต่อ (anastomosis) ระหว่างเส้นเลือด Transplant renal artery และ เส้นเลือด External iliac artery

เข้า Color mode เพื่อแสดงสีเส้นเลือดที่เข้าหรือออกจากหัวตรวจ เข้า Pulse wave mode เพื่อประเมินการทำงานของเส้นเลือด ทำการวัดค่า PSV จาก wave form ที่ได้ ดังรูปที่ 8

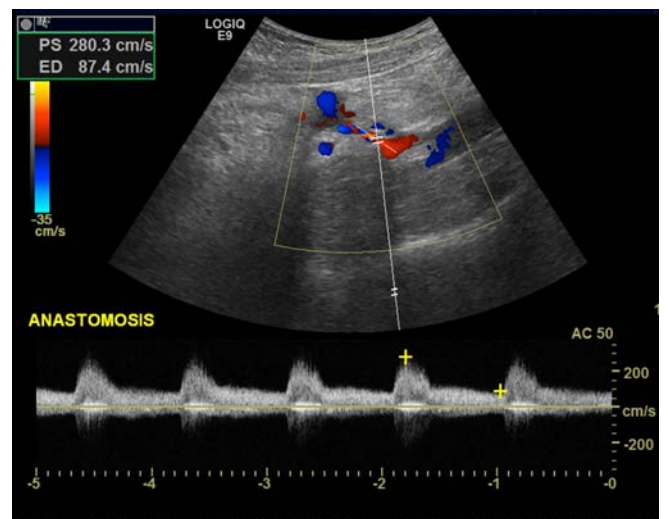


รูป 6 : ภาพแสดงการตรวจดูเส้นเลือด upper interlobar artery (ภาพบน), middle interlobar artery (ภาพกลาง), lower interlobar artery (ภาพล่าง)

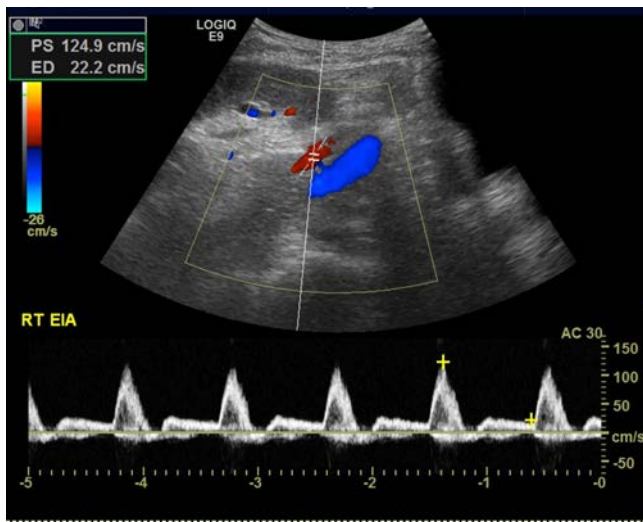
5. ถ่ายรูปตามยาวของเส้นเลือด External iliac artery และเข้า Color mode เพื่อแสดงสีเส้นเลือดที่เข้าหรือออกจากหัวตรวจ เข้า Pulse wave mode เพื่อประเมินการทำงานของเส้นเลือด ทำการวัด peak systolic velocity จาก wave form ที่ได้ ดังรูปที่ 9



รูป 7 : ภาพแสดงการตรวจดูเส้นเลือด transplant renal artery



รูป 8 : ภาพแสดงการตรวจดูเส้นเลือดตำแหน่ง anastomosis



รูป 9 : ภาพแสดงการตรวจดูเส้นเลือด external iliac artery

ปัญหาและอุปสรรค

1. การตรวจอัลตราซาวด์เส้นเลือดไตใหม่ไม่ควรใช้แรงกดที่มากเกินไป เพราะจะมีผลต่อ diastolic flow ทำให้ค่า RI สูงขึ้น อาจนำไปสู่การแปลผลที่ผิดพลาดได้
2. ถ้าผู้ป่วยที่ได้รับการตรวจเป็นผู้ป่วยที่เพิ่งได้รับการผ่าตัดไปไม่นาน แผลผ่าตัดยังไม่ปิดสนิท อาจต้องให้เจ้าหน้าที่ห่อผู้ป่วยทำแผลให้ผู้ป่วยโดยใช้พลาสติกแบบใสปิดหรือให้ใช้พลาสติกแบบใสให้ได้มากที่สุด เนื่องจากกลิ่นเสียงอัลตราซาวด์ไม่สามารถทะลุทลวงผ่านผ้าก๊อซทำแผลได้

สรุป

Doppler renal transplant เป็นการตรวจที่แพทย์มักจะพิจารณาส่งตรวจผู้ป่วยที่สงสัยว่ามีภาวะเส้นเลือดแดงไตตีบในไตใหม่ เพราะเป็นการตรวจแบบ Noninvasive ผู้ป่วยไม่ต้องเตรียมตัวก่อนรับการตรวจ มีค่าใช้จ่ายที่ไม่แพง ใช้เวลาตรวจไม่นาน นอกจากนี้

เครื่อง Ultrasound ที่ใช้ตรวจยังสามารถเคลื่อนย้ายไปตรวจที่หอผู้ป่วย ในกรณีที่ผู้ป่วยไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้หรือเคลื่อนย้ายได้ลำบาก การตรวจด้วยวิธีนี้สามารถให้การแปลผลที่แม่นยำและเชื่อถือได้ ใช้เทคนิคการตรวจที่ไม่ซับซ้อน สามารถบอกได้ว่าเกิดการตีบที่เส้นเลือดเส้นใดบ้างจากการแปลผล Waveform ที่ได้จากการตรวจ แต่ไม่สามารถระบุตำแหน่งที่เส้นเลือดเกิดการตีบที่แน่นอนได้ การรักษาผู้ป่วยที่มีภาวะนี้ด้วยการทำ percutaneous transluminal renal angioplasty (PTRA) ก่อนการรักษาแพทย์มักส่งตรวจ Doppler renal transplant ร่วมด้วย เพื่อช่วยประเมินโอกาสเกิดภาวะการตีบของเส้นเลือดแดงในไตใหม่ ดังนั้นการตรวจ Doppler renal transplant จึงเป็นการตรวจที่สำคัญช่วยในการวินิจฉัยและช่วยในการพิจารณาหาแนวทางในการรักษาภาวะเส้นเลือดแดงไตใหม่ตีบได้อย่างเหมาะสม เพื่อให้ผู้ป่วยมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

บรรณานุกรม

1. สุพจน์ วุฒิการณ์. Kidney transplantation :Vascular complication and Perirenal fluid collection. ใน ดุสิต ล้าเลิศกุล สุพจน์ วุฒิการณ์ ชวลิต อ่องจรีต ธานีรินทร์ อินทรกำจรชัย. (บรรณาธิการ) การปลูกถ่ายอวัยวะ = **Transplantation**. เชียงใหม่ : คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2539. หน้า 98-106.
2. ดุสิต ล้าเลิศกุล. Early Course of Kidney Transplantation. ใน: ดุสิต ล้าเลิศกุล สุพจน์ วุฒิการณ์ ชวลิต อ่องจรีต ธานีรินทร์ อินทรกำจรชัย.

- (บรรณาธิการ) การปลูกถ่ายอวัยวะ = **Transplantation**. เชียงใหม่ : คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2539. หน้า 498-515.
3. คุณิต ล้าเลิศกุล. Late Renal Transplant Dysfunction & Failure. ใน: คุณิต ล้าเลิศกุล สุพจน์ วุฒิการณ์ ชวลิต อ่องจริต ชานินทร์ อินทรกำจรชัย.(บรรณาธิการ) การปลูกถ่ายอวัยวะ = **Transplantation**. เชียงใหม่ : คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2539. หน้า 597-609.
 4. จิตเจริญ ไชยาคำ. การประเมินด้านรังสีวิทยา. ใน: ทวี ศิริวงศ์.(บรรณาธิการ) การเปลี่ยนไต หลักการและวิธีการ พิมพ์ครั้งที่ 1. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2535. หน้า 36-9.
 5. ทวี ศิริวงศ์. ผลแทรกซ้อนหลังผ่าตัด. ใน: ทวี ศิริวงศ์.(บรรณาธิการ) การเปลี่ยนไต หลักการและวิธีการ พิมพ์ครั้งที่ 1. ขอนแก่น: โรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2535. หน้า 95-112.
 6. นุชริย์ โชติพันธุ์วิทยากุล. หลักการทั่วไปในการตรวจอัลตราซาวด์. ใน: สาโรจน์ วรรณพฤษ อรสา ชวาลภาฤทธิ์ อภิญา เจริณศักดิ์. (บรรณาธิการ) **Ultrasound in Clinical Practice การวินิจฉัยด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์; 2554. หน้า 6-23.
 7. บัญชา สติระพจน์. การวินิจฉัย และการรักษาภาวะหลอดเลือดไตตีบตัน. **เวชสารแพทย์ทหารบก**[อินเทอร์เน็ต]. 2556 [เข้าถึงเมื่อ 2563 มกราคม 3]; 66:125-134. เข้าถึงได้จาก: http://rtamedj.pmk.ac.th/vol_66/66-3-7.pdf.
 8. วิยะดา แสงศรี, อรวรรณ วัฒนสุข, มัทธสา กัณฐรัตน์. การพยาบาลผู้ป่วยโรคหลอดเลือดแดงที่ไตตีบตันที่รักษาด้วยขดลวดถ่างขยาย. **เวชบันทึกศิริราช**[อินเทอร์เน็ต]. 2559 [เข้าถึงเมื่อ 2563 มกราคม 3]; 9:182-188. เข้าถึงได้จาก : <https://www.tcithaijo.org/index.php/simedbull/article/view/198415/138192>.
 9. Al-Khulaifat S. Evaluation of a Transplanted Kidney by Doppler Ultrasound. **Saudi J Kidney Dis Transpl**. 2008; 19(5). PMID: 18711287.
 10. Garrouche N, Mestiri MM, Berrich A, Ben Abdallah A, Arifa N, Jemni H. Doppler Ultrasound Evaluation of Renal Transplants. **ECR**. 2017; C-0328. doi: 10.1594/ecr2017/C-0328.
 11. Leonardou Polytimi, Gioldasi Sofia, Pappas Paris. Close to Transplant Renal Artery Stenosis and Percutaneous Transluminal Treatment. **J Transplant**. 2011; 5. PMID: 21766005.

บทความปริทรรศน์

การตรวจคัดกรองมะเร็งปอดด้วยเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ปริมาณรังสีขนาดต่ำ

Low-Dose CT Scan for Lung Cancer Screening

วันพามี ผิวทอง	วท.บ.รังสีเทคนิค
กฤตญา สายสีวานนท์	วท.บ.รังสีเทคนิค
ไพฑูรย์ ฉายอรุณ	วท.บ.รังสีเทคนิค

บทคัดย่อ

การคัดกรองผู้ป่วยในกลุ่มคนที่มีความเสี่ยงมะเร็งปอด เช่น กลุ่มที่สูบบุหรี่ และมีอายุมากกว่า 50 ปี ด้วย Low-Dose Chest CT สามารถลดอัตราการตายจากมะเร็งปอดได้ การตระหนักถึงปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ ตามหลัก ALARA จึงสำคัญ การพัฒนา Protocol สำหรับการตรวจ Low-Dose CT CHEST ที่มีปริมาณรังสี CTD น้อย แต่ยังคงรายละเอียดของภาพที่ชัดเจน เพียงพอต่อการวินิจฉัยและติดตามการดำเนินของโรคจึงเป็นบทบาทหน้าที่สำคัญของแผนกรังสีวินิจฉัย

คำสำคัญ มะเร็งปอด การตรวจคัดกรอง เอกซเรย์คอมพิวเตอร์

Abstract

The screening of lung cancer risk group such as smoking person and old age than 50 yrs. with Low Dose Chest CT had introduce to reduce the rate of mortality from lung cancer. So the concerning about radiation dose is the principle of work according to ALARA, then the protocol development of LDCT of chest for the lower CTD with remaining the image detail sufficiency to diagnosis and follow up of the disease is the major function of the diagnostic radiology department.

Keywords: lung cancer, screening, computed tomography

ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

มหาวิทยาลัยมหิดล

บทนำ

สถิติโลกจาก World Cancer Research Fund ที่ได้รวบรวมสถิติของผู้ป่วยโรคมะเร็งในปีพ.ศ. 2561 สรุปผลรวมผู้ป่วยมะเร็งทั้งชายและหญิง พบว่า มะเร็งปอด เป็นโรคมะเร็งที่พบบมากที่สุดเป็นอันดับ 1 ของโลก และจากสถิติผู้ป่วยมะเร็งในประเทศไทยโดย สถาบันมะเร็งแห่งชาติ ได้รายงานจำนวนผู้ป่วยมะเร็งในประเทศไทยประจำปี 2560 พบว่า 10 อันดับมะเร็งในคนไทยนั้น โรคมะเร็งปอดเป็นอันดับ 4 และจากการวิจัยของ National Lung Screening Trial (NLST) ประเทศสหรัฐอเมริกา โรคมะเร็งปอดเป็นโรคมะเร็งเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับต้นๆ ของประชากรโลก โดยอัตราการรอดชีวิตที่ 5 ปีหลังการวินิจฉัยโรคก่อนข้างต่ำมาก ในขณะที่โรคมะเร็งปอดสามารถรักษาให้หายได้หากตรวจพบตั้งแต่ระยะต้นและมีการแนวทางการตรวจคัดกรองในวัยผู้ใหญ่เพื่อการรักษาได้อย่างทันท่วงที ปัจจุบันมีการคัดกรองผู้ป่วยในกลุ่มคนที่มีความเสี่ยงสูง เช่น กลุ่มที่สูบบุหรี่ และมีอายุมากกว่า 50 ปี ด้วย Low-Dose CT CHEST (LDCT) โดยสามารถลดอัตราการตายจากมะเร็งปอดได้ 15-20% เมื่อเทียบกับการตรวจคัดกรองด้วยเอกซเรย์ทรวงอก (Chest X-ray)

โรคมะเร็งปอด แบ่งออกเป็น 2 ชนิดตามขนาดของเซลล์ ซึ่งความแตกต่างของขนาดเซลล์นี้มีความสำคัญ เนื่องจากวิธีการรักษาจะแตกต่างกัน

1. มะเร็งปอดชนิดเซลล์เล็ก (small cell lung cancer) พบได้ประมาณ 10-15% เซลล์จะเจริญเติบโตและแพร่กระจายได้รวดเร็วกว่า มะเร็งปอดชนิดไม่ใช้เซลล์เล็ก ทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิตได้อย่างรวดเร็ว การรักษาจะไม่ใช้

วิธีการผ่าตัด ส่วนมากจะรักษาด้วยการใช้ยาหรือฉายรังสี

2. มะเร็งปอดชนิดไม่ใช้เซลล์เล็ก (non-small cell lung cancer) พบได้บ่อยกว่ามะเร็งปอดชนิดเซลล์เล็ก โดยพบได้ประมาณ 85-90% แต่จะแพร่กระจายได้ช้ากว่า และสามารถรักษาให้หายได้โดยการผ่าตัดหากพบตั้งแต่ระยะแรก

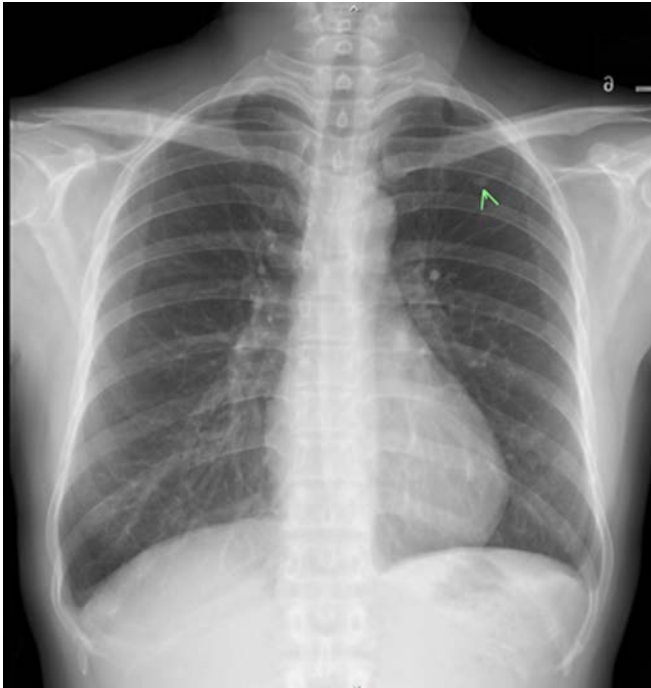
สาเหตุของโรคมะเร็งปอด

1. การสูบบุหรี่หรืออยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีควันบุหรี่
2. การสัมผัสกับก๊าซเรดอน เรดอนเป็นธาตุกัมมันตรังสีที่เป็นก๊าซเฉื่อย สามารถพบทั่วไปในอากาศ ซึ่งอาจพบสะสมในตัวอาคารบ้านเรือน การสัมผัสก๊าซนี้เป็นสาเหตุหลักในการก่อโรคมะเร็งปอดในผู้ป่วยที่ไม่สูบบุหรี่
3. การสัมผัสสารก่อมะเร็ง เช่น การหายใจเอาแร่ใยหินหรือควันทองจากท่อไอเสียเข้าสู่ร่างกาย การหายใจหรือบริโภคน้ำมันบางชนิด เช่น อาเชนิก ถ่านหิน หรือการสัมผัสสารยูเรเนียม
4. การรักษาด้วยการฉายแสงที่ทรวงอก เช่น ในผู้ป่วยที่เป็นโรค Hodgkin lymphoma หรือผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดเต้านมเพื่อรักษาโรคมะเร็งเต้านม
5. บุคคลที่มีสมาชิกในครอบครัวเป็นโรคมะเร็งปอด
6. มลภาวะทางอากาศ

อาการของโรค

อาการแสดงเบื้องต้นของโรคมะเร็งปอดนั้นจะไม่มีอาการชัดเจน โดยอาการแสดงที่พบส่วนมากมักจะเกิดเมื่อโรคดำเนินไปถึงระยะลุกลามแล้ว อาการที่พบบ่อยคือ

- ไอเรื้อรัง
- ไอพร้อมมีเลือดออกมา
- เจ็บหน้าอก
- หายใจได้สั้น
- น้ำหนักลดโดยหาสาเหตุไม่ได้
- เหนื่อยง่าย อ่อนแรง



รูป 1 Chest X-ray ของผู้ชายที่มีประวัติสูบบุหรี่เป็นเวลา 10ปี มีบริเวณที่น่าสงสัยเป็นรอยโรค (ลูกศรสีเขียว) ซึ่งเห็นไม่ชัดเจน และมีขนาดเล็ก

การตรวจวินิจฉัยโรคมะเร็งปอด

1. Chest X-ray
2. CT chest
3. Low- Dose CT CHEST (LDCT)

การตรวจวินิจฉัยทั้ง 3 ชนิด เป็นการตรวจทางรังสี ซึ่งจำเป็นต้องคำนึงถึงปริมาณรังสีที่คนไข้ได้รับตามหลัก ALARA โดยปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับมีค่าอ้างอิงตาม Radiation protection Diagnostic Radiology (2018) ดังนี้

- Chest X-ray 0.1 mSv
- CT chest 7 mSv
- Low dose CT chest 1.5 mSv

การตรวจเอกซเรย์ทรวงอกปริมาณรังสีขนาดต่ำ

(Low dose Chest CT)

สาขาวิชารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ตระหนักถึงปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ จึงได้ทำการพัฒนาโปรโตคอล (Protocol) สำหรับการตรวจ Low- Dose CHEST CT สำหรับเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ GE รุ่น Revolution โดยมุ่งให้มีปริมาณรังสี CTD ต่ำกว่าค่าอ้างอิง 1.50 mSv แต่ยังคงรายละเอียดของภาพที่ชัดเจนเพียงพอต่อการวินิจฉัยและติดตามการดำเนินของโรค โดยมีรายละเอียดโปรโตคอล ดังนี้

การจัดการการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์

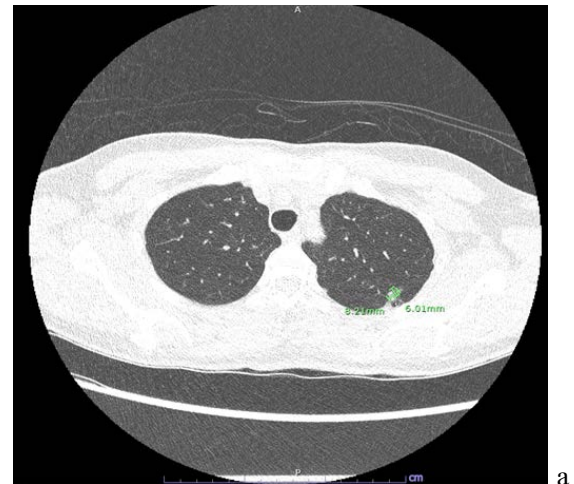
การจัดการดำเนินตาม protocol ดังตารางที่ 1

1. จัดทำผู้ป่วยนอนหงาย ปลายเท้าเข้าหาเครื่อง
2. จัดให้ลำตัวตรงกลางเตียง
3. สแกนภาพ Scannogram ตั้งแต่ Lung apices ถึง Lung bases แนว AP และ Lateral
4. กำหนดค่า kV เป็น 120 kV และ mA เป็น 40 mA

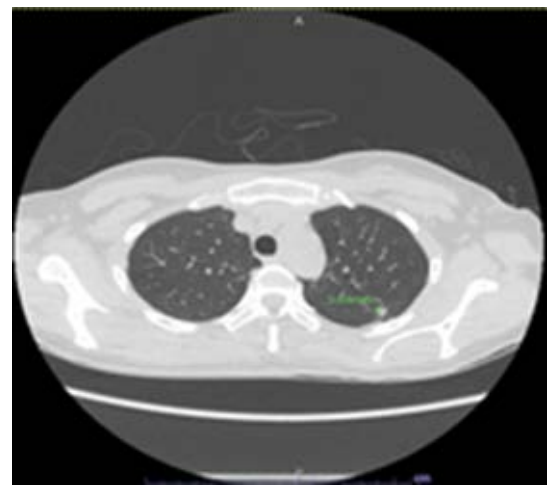
5. เลือก Scan Type เป็น Helical และเลือก Rotation Time เป็น 0.5s ทำให้ได้ Total Exposure Time 2.29s การสแกนใช้เวลาสั้น (น้อยกว่า 3วินาที)
6. เลือกความหนาของการสแกน (Thickness) 1.25 mm, กำหนด ASiR-V 30% ซึ่งเป็น Reconstruction (GE license) ที่สามารถลดปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ โดยไม่ทำให้คุณภาพของภาพลดลง
7. กำหนด Reconstruction Type เป็น Chest โดยมีค่า Window Width 350 Window Level 40
8. กำหนด Reconstruction Thickness 0.625 mm เลือก Reconstruction Type เป็น Bone Plus โดยมีค่า Window Width 1500 Window Level -700
9. สแกนภาพ CT ด้วยเทคนิค Low-Dose CT โดยการหายใจเข้า กลั้นใจ
10. ไม่ฉีดสารทึบรังสี
11. นำผู้ป่วยลงจากเครื่อง
12. ทำการ Reformat 3 ระนาบ ได้แก่ axial, coronal, sagittal plane

ปริมาณรังสีที่ได้รับ

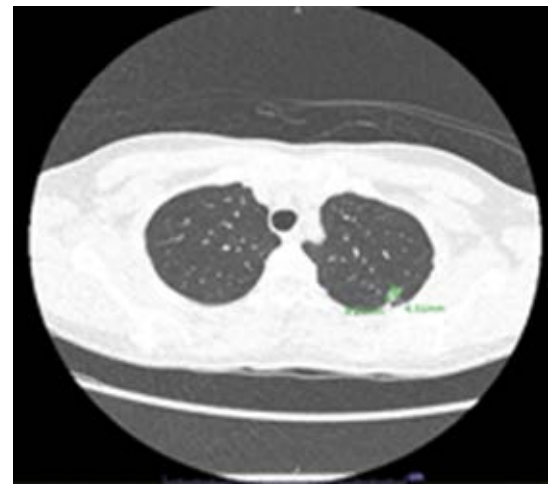
ผลจากการพัฒนาโปรโตคอลในการตรวจ LDCT สำหรับผู้ป่วยที่มารับการตรวจคัดกรองมะเร็งปอด โดยประมาณเท่ากับ 1.39 mGy โดยขึ้นกับ coverageของการสแกน มีค่ากลาง CTDI อยู่ที่ 1.36 mGy



a



b



c

รูป 2 ภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ทรวงอกด้วยการตรวจ Low-Dose CT CHEST ในผู้ป่วยรายเดียวกัน แสดงภาพตำแหน่งที่น่าสงสัยและสามารถระบุตำแหน่งและขนาดรอยโรคได้ชัดเจน ภาพ a และได้ตรวจติดตามด้วย LDCT อย่างต่อเนื่องในปี 2018-2019 ดังภาพ b และ c

สรุปและวิจารณ์

การตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์แบบใช้ปริมาณรังสีต่ำมีประโยชน์ ได้แก่

1. ช่วยให้แพทย์ตรวจพบจุดหรือก้อนเนื้อที่อยู่ในปอดได้ตั้งแต่ระยะเริ่มแรก เนื่องจากบางครั้งจุดในปอดอาจเล็กเกินกว่าที่จะมองเห็นด้วยการเอกซเรย์ธรรมดา
2. ช่วยให้สามารถระบุตำแหน่งและขนาดรอยโรคได้ชัดเจน
3. ช่วยในการติดตามและการดำเนินไปของรอยโรค ทำให้ทราบชนิดของรอยโรคและวิธีการรักษา ซึ่งจะช่วยให้รักษาได้ทันทั่วถึงก่อนที่มะเร็งจะกระจายไปทั่วร่างกาย
4. ป้องกันอันตรายที่จะได้รับจากรังสี เนื่องจากเป็นการตรวจที่ใช้ปริมาณรังสีต่ำเมื่อเทียบกับ CT chest (Regular CT scan) ปกติ
5. เป็นวิธีการตรวจที่สะดวกรวดเร็ว สามารถตรวจโดยที่คนไข้ไม่ต้องเตรียมตัวล่วงหน้า ไม่ต้องงดน้ำอาหาร และใช้เวลาในการตรวจไม่นาน

บรรณานุกรม

1. National Lung Screening Trial (8September 2014), เข้าถึงได้จาก <http://cancer.gov/types/lung/research/nlst> (วันที่ค้นข้อมูล 16 มกราคม 2562).
2. 10 อันดับโรคมะเร็งที่พบมากที่สุดของคนไทยและทั่วโลก ปี 60 – 61 (2017-2018), เข้าถึงได้จาก <http://livewithdrug.com/2019/05/26/top->

10-cancer-thailand-and-global-2017-2018 (วันที่ค้นข้อมูล 16 มกราคม 2562).

3. Radiation protection Diagnostic Radiology 2018, เข้าถึงได้จาก <http://med.mahidol.ac.th/radiology/sites/default/files/public/training/Protection2018> (วันที่ค้นข้อมูล 16 มกราคม 2562).
4. โรคมะเร็งปอด, เข้าถึงได้จาก <http://roche.co.th/th/disease-areas/lung-cancer.html> (วันที่ค้นข้อมูล 16 มกราคม 2562).
5. Radiation Protection, เข้าถึงได้จาก <http://med.mahidol.ac.th/radiology/sites/default/files/public/training> (วันที่ค้นข้อมูล 16 มกราคม 2562).
6. Benefits of ASiR-V* Reconstruction for Reducing Patient Radiation Dose and Preserving Diagnostic Quality in CT Exams, เข้าถึงได้จาก <http://www3.gehealthcare.co.uk/~media/downloads/uk/product/computed-tomography/general/ct%20-%20revolution%20evo%20asir-v%20white%20paper.pdf> (วันที่ค้นข้อมูล 16 มกราคม 2562).
7. Low-Dose Chest CT: Optimizing Radiation Protection for Patients, เข้าถึงได้จาก <http://ajronline.org/doi/10.2214/ajr.183.3.1830809> (วันที่ค้นข้อมูล 16 มกราคม 2562).

ตาราง 1 Low- Dose CT CHEST protocol

Indication	Non contrast
Position/Reference	Supine Feet First / Sternal Notch
Scan Type	helical
Scan Sequence	Scanogram (AP&Lateral) Axial, non-contrast, full inspiration
Coverage	Lung apices through bases
Scan Direction	Superior to inferior
Respiration	Breath in & hold breath
Detector Coverage	80 mm
Thickness	1.25 mm
Rotation Time	0.5
Pitch	0.992:1
KVp	120
MA	40
DFOV	Covering whole chest
Algorithm(Recon Type)	chest+ss30%สำหรับเครื่องที่มี ASiR, bone+ (for lung window)
Reconstruction	5-7mm, coronal 2-D MPR (non-contrast full inspiration phase)
Post Processing	none
Window/level	Bone window (1500/300) Soft tissue window(400/40) Lung window (1550/-550)
CTDI vol (mGy),DLP(mGy-cm)	1.36mGy,50-100mGy-cm/1series

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

ข้อคำนึงในการใช้สารทึบรังสีเชิงก้าวหน้า

ทีมบริหารการใช้สารทึบรังสีจะต้องคำนึงว่าผู้ป่วยแต่ละรายล้วนมีความจำเพาะและต้องการตัวเลือกในการใช้สารทึบรังสีเช่นกัน การจัดให้มีสารทึบรังสีหลายชนิดให้เพียงพอเป็นตัวเลือกแก่ผู้ป่วยถือเป็นพื้นฐานในการพัฒนาระบบการใช้สารทึบรังสี ในขณะที่จะสร้างตัวเลือกไว้มากเพียงใดและตัดสินใจเลือกอย่างไรนั้น มีหลักการในต้องคำนึง 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 ซึ่งจะก่อให้เกิดความความรู้สึกอ่อน-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 เนื่องจากกระบวนการจับของเสีย 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 การใช้ยานี้อาจเกิดภาวะไม่พึงประสงค์ร่วมกับสารทึบรังสีได้ นำไปสู่ภาวะเลือดเป็นกรด (lactic acidosis) ซึ่งจะมีผลต่อไตในระยะยาว ดังนั้น จะต้องงดยาก่อนและหลังฉีดสารทึบรังสีอย่างน้อย 48 ชม. อีกภาวะหนึ่งได้แก่ ผู้ป่วยมะเร็งซึ่งมีรายงานว่าอัตราการเกิด AKI สูงขึ้น นำไปสู่การอยู่โรงพยาบาลนานขึ้นและเพิ่มอัตราการเสียชีวิตได้ และการได้รับสารทึบรังสีภายใน 45 หลังได้รับยาเคมีบำบัดก็จะเพิ่มการเกิด AKI ด้วยเช่นเดียวกัน

หลักหลายตัวเลือก

การเลือกสารทึบรังสีให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้ป่วยพิเศษ เป็นแนวทางการจัดสรรทรัพยากรที่ให้คุณค่ากับผู้รับซึ่งมีความจำเพาะของโรคและวัย และเพื่อป้องกันการเกิดการแพ้ซ้ำสารทึบรังสี จึงควรใช้หลักหลายตัวเลือก (variety of choice) ความหลากหลายของชนิดสารทึบรังสีจะตอบสนองความต้องการคุณภาพในการบริการทางรังสีของผู้ป่วยพิเศษได้ ทั้งนี้ ผู้ป่วยพิเศษถือเป็น price surrogate customer [7]ซึ่งมีความเชื่อมั่นใจการได้ตัดสินใจเลือกและการเลือกจ่ายแพงกว่าจะทำให้เขาได้รับสินค้า (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 ค่าพื้นที่ที่ขอยใช้ในการจัดเก็บ 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 สำรองในอัตรการใช้ปกติ 1 เดือน เป็นต้น หรือ การมีสารทึบรังสีชนิดอื่นสำรองไว้ในอัตราก้าวหน้า เช่น สารทึบรังสีที่สามารถใช้ทดแทนได้ ที่มีเงื่อนไขด้านการส่งมอบ การใช้และราคาไม่แตกต่างกัน สามารถสำรองไว้ในอัตราก้าวหน้า 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