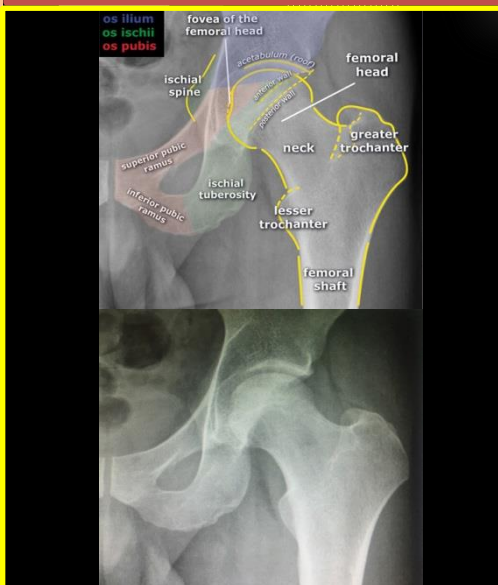
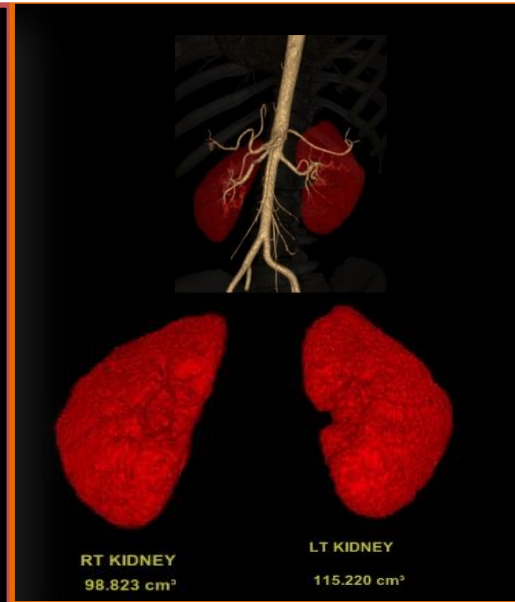




วารสาร  
รังสีวิทยาศิริราช  
JOURNAL OF  
SIRIRAJ RADIOLOGY

e-ISSN 2673-0685

Vol.5 No.2 July – December 2018



5

# 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 เป็น ผู้รับผิดชอบต่อความไม่ถูกต้องในเนื้อหาของบทความ
- 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](mailto:siradiology@mahidol.ac.th)
- ส่งทางช่องทางเว็บไซต์ <http://si.mahidol.ac.th/department/radiology/SJR>



## คำนำ

วารสารรังสีวิทยาศิริราช ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 ประจำเดือน กรกฎาคม – ธันวาคม 2561 คณะบรรณาธิการฯ ขอต้อนรับท่านผู้อ่านทุกท่าน เข้าสู่เนื้อหาวิชาความรู้ทางรังสีวิทยาของวารสารรังสีวิทยาศิริราชอีกครั้งหนึ่ง ในฉบับนี้มีเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนอัลตราซาวด์ของนักศึกษาแพทย์ การประเมินภาพการตรวจทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ปริมาณรังสีของบุคลากรที่ปฏิบัติงานด้านไซโคลตรอน นอกจากนี้ยังมีบทความทางวิชาการที่น่าสนใจ สำหรับนักรังสีการแพทย์และผู้ปฏิบัติงานทางรังสีวิทยาในเชิงเทคนิค ได้แก่ เทคนิคการเอกซเรย์ผู้ป่วยอุบัติเหตุ การตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์หลอดเลือดโต การตรวจสนามแม่เหล็กไฟฟ้าระบบน้ำเหลือง ซึ่งมีหลักการ ข้อคำนึงและข้อเสนอแนะเชิงเทคนิคที่สำคัญ

ดังที่ได้เรียนท่านผู้อ่านข้างต้นถึงเนื้อหาที่มีอยู่ในวารสารฉบับนี้ บทความวิจัยและบทความปริทรรศน์ทางรังสีวิทยานั้นเป็นผลอันตกลึกของวิธีคิดอย่างวิทยาศาสตร์สุขภาพที่จำเป็นจะต้องบูรณาการระหว่างความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับภาคปฏิบัติ การเรียนการสอน การจัดการความรู้ และการพัฒนาศักยภาพของผู้ปฏิบัติงานในงานรังสีวิทยาทุกๆ ประเภท

คณะบรรณาธิการวารสารรังสีวิทยาศิริราช หวังว่าผลงานด้านวิจัยและงานด้านวิชาการรังสีวิทยา ในฉบับนี้จะทำให้ท่านผู้อ่านได้รับความรู้เพิ่มเติมและนำไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับบริบทด้านงานบริการของท่านต่อไป ซึ่งจะนำพาสู่ความก้าวหน้าในวงการแพทย์ของรังสีวิทยาต่อไป

คณะบรรณาธิการวารสารรังสีวิทยาศิริราช

## CHAPTER

## สารบัญ

## บทความวิจัย

**Factors Affecting on Patient Acceptance for Ultrasound Education 73**

Weerawan Sansawas B.Sc.

Sornsupha Limchareon M.D

**Evaluation of Lung Shunt Fraction from Planar Scintigraphy 80**

**and SPECT/CT Images**

Nucharee Poon-iad M.Sc. Radiological Science

Ajalaya Teyateeti M.D.

Pachee Chaudakshetrin M.Eng. Nuclear Technology

Malulee Tuntawiroon M.Sc. Medical Physics

**Estimation of Radiation Dose to Workers in Siriraj Cyclotron Center**

Pornpun Jiemwutthisak M.Sc. Radiological Science

Jureeporn Asawarattanapakdee M.Sc. Radiological Science

Supphalak Rassamee B.Sc. Industrial Chemistry

Pachee Chaudakshetrin M.Eng. Nuclear Technology

Malulee Tuntawiroon M.Sc. Medical Physics

## CHAPTER

## สารบัญ

## บทความปริทรรศน์

### เทคนิคการเอกซเรย์คอกระดูกต้นขาบริเวณสะโพกในผู้ป่วยอุบัติเหตุ 94

ปัญญากร เส็งอ้น                      วท.บ. รังสีเทคนิค

ชุตินา เดชพันพิ้ว                      วท.บ. รังสีเทคนิค

นพรัตน์ ชื่นเขียว                      วท.บ. รังสีเทคนิค

### การตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์หลอดเลือดแดงของไต 100

#### สำหรับการปลูกถ่ายไตในผู้บริจาคไต

วิชุดา สิริเมธาธโนปกรณ์              วท.บ. รังสีเทคนิค

วาทิต คุ้มฉายา                      วท.บ. รังสีเทคนิค

ไพรัตน์ มุณี                      วท.บ. รังสีเทคนิค

### การถ่ายภาพผู้ป่วยภาวะบวมน้ำเหลืองด้วยเครื่องตรวจ 106

#### สนามแม่เหล็กความเข้มชั้นสูง

จินตนา อารีเอื้อ                      วท.บ. รังสีเทคนิค

ศุวิวัฒน์ วัฒนอาภรณ์ชัย              วท.บ. รังสีเทคนิค

ภราดร ชุมเป็ย                      วท.บ. รังสีเทคนิค

## บทความวิจัย

ปัจจัยที่มีผลต่อความยินยอมของผู้ป่วยต่อการเข้าเรียนและ  
ฝึกปฏิบัติของนิสิตแพทย์ในการตรวจอัลตราซาวด์

## Factors Affecting on Patient Acceptance for Ultrasound Education

Weerawan Sansawas B.Sc.

Sornsupha Limchareon M.D

## บทคัดย่อ

**วัตถุประสงค์** เพื่อสำรวจความยินยอมและปัจจัยต่างๆของผู้ป่วยที่เข้ารับการตรวจอัลตราซาวด์ ที่มินิกิตแพทย์เข้าเรียน และตรวจร่วมกับอาจารย์แพทย์เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับผู้ป่วยและการศึกษาทางการแพทย์ต่อไป

**วิธีการ** ศึกษาข้อมูลย้อนหลังจากแบบสอบถามผู้ป่วยที่เข้ารับการตรวจอัลตราซาวด์ที่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยบูรพา ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2559 ถึงวันที่ 31 มีนาคม 2560 สอบถามเกี่ยวกับความยินยอมหรือไม่ยินยอมและเหตุผลในการให้ มินิกิตแพทย์ร่วมเข้าเรียนฝึกปฏิบัติและตรวจอัลตราซาวด์ร่วมกับอาจารย์แพทย์

**ผลการศึกษา** มีผู้ป่วยที่ตอบแบบสอบถามจำนวนทั้งสิ้น 213 คนอายุเฉลี่ย 51 ปี (หญิง 77% ชาย 33%) ผู้ป่วยตอบยินยอม ให้นักิตแพทย์เข้าเรียนและตรวจร่วมกับอาจารย์แพทย์ 171 คน (81.7%) ส่วนใหญ่เหตุผลเพื่อการศึกษา (97.7%) ผู้ป่วย ตอบไม่ยินยอมส่วนใหญ่เป็นผู้หญิง (94.9%) สาเหตุที่ไม่ยินยอมส่วนใหญ่เนื่องจากอายุ (70.3%) อัลตราซาวด์ส่วนต่า นมเป็นสาเหตุส่วนใหญ่ของการไม่ยินยอม ในผู้ป่วยที่ตอบไม่ยินยอมผู้ป่วยส่วนใหญ่จะเปลี่ยนใจยินยอมในการตรวจ อัลตราซาวด์ครั้งต่อไปถ้าเป็นนักศึกษาแพทย์หญิงเข้าตรวจและไม่ใช้ส่วนในร่มผ้า

**สรุป** จากผลการศึกษาพบว่าผู้ป่วยส่วนใหญ่ยินยอมให้นักิตแพทย์เข้าเรียนและตรวจร่วมกับอาจารย์แพทย์เนื่องจากเพื่อ เป็นการศึกษ ในกลุ่มที่ไม่ยินยอมเกือบทั้งหมดเป็นผู้หญิงและเหตุผลสำคัญและเป็นส่วนใหญ่คือความอาย และอาจ เปลี่ยนใจยินยอมได้ถ้านิสิตแพทย์เป็นเพศหญิงและไม่ใช้ส่วนในร่มผ้า

**คำสำคัญ** อัลตราซาวด์ การเรียนการสอน นิสิตแพทย์ ความยินยอม

Division of Radiology and Nuclear Medicine

Burapha University hospital

**Abstract**

**Objective:** The current study aimed to explore the factors of patient acceptance and engagement in an ultrasound (US) education for undergraduate medical students.

**Materials and methods:** This is a retrospective study. Patients who attended the ultrasound unit at Burapha University hospital from 1 October 2016 to 31 March 2017 were asked to complete a questionnaire before undergoing an US examination. The questions of the survey were about the patients' willingness and the reason to be or not to be a model for student US education.

**Results:** There were 213 participants, mean age 51 years (F 77%, M 33%). Of these, 171 (81.7%) patients engaged in US education. Most of the reason for acceptance was for education (97.1%). The majority of the patients who did not engage were female (94.9%) and most of the reason was shy (70.3%). Breast examination was the most examination part of denial. Of the patients who denied engaging in US education, they will accept the future US education if the students are female, and if the examination part is not their intensely personal areas.

**Conclusions:** This study suggests that most of our patients will to engage in US education for medical students. Female patients and embarrassment are most of the reason for denying. Female students and the US study at the patient's exposed area are important factors of patient acceptance to undergo a future US education.

**Keyword:** Ultrasound, Education, Medical student, Patient acceptance

**Introduction**

Ultrasound (US) skill is essential for physician today. Literature has shown that physician performed focused US improve the diagnostic accuracy.[1,2] Regarding the clinical significance of US performance, many institutions have integrated US training in their curriculum.[3,4,5,6] The teaching of US skill with real-life patients is the best for student learning.[7,8] However, patients may be adversely affected by teaching if their rights are not respected.[9] Some patients may be reluctant to have medical students performing the US. There are many barriers to

patients' participation including; the nature of the patient's problem, a previous negative experience, the patient's concerning of confidentiality, patient's gender or student's gender, and even oriental culture. In oriental countries, women usually shy to open their intensely personal areas to other people. Manikins, cadaver models and simulated patients are the alternatives of learning [10,11,12,13] but these choices are costly. Browne et al [12] have demonstrated a significant improvement in the detection and correct characterization score for all residents pre and post-training using anthropomorphic breast phantom.



However, it cannot be substituted for a real patient. If we know the factors that are associated with patients not supporting medical student education, we can correct them and make the patients feel positive about participating in student learning. Very little literature has been published on patients' opinion regarding be a model for US education. To our knowledge, this is the first study which investigated the patients' attitudes of being models for US education in Thailand.

### Materials and methods

A short survey was randomized distributed by a radiology clerk to patients before the start of attending US unit at Burapha University hospital during a 6-month period from 1 October 2016 to 31 March 2017. Patients who debilitated, could not read or speak, and aged less than 15 years were excluded. The questions of the survey were about the patients' willingness and the reason to be or not to be a model for student US education. The survey questions were shown in Appendix A. There were medical students followed by radiology staff doing the US if the patients accepted to engage in US education. If the patients denied engaging, there was only staff performing the US. The data were retrospectively collected. Data on patient demographics were summarized using descriptive statistics. Qualitative data are expressed as frequency, mean, and percentage (%).

### Results

A total of 213 patients were enrolled. The response rate was 100%. The mean age of the patients was 51 years, with a range of 16 to 85 years. One hundred and sixty-nine patients (77%) were female, and forty-nine patients were male (33%). Most of the patients (81.7%) willed to engage in US education. The great number of the US examination parts was abdomen (105, 49.3%) and breast (93, 43.7%). Of the 39 patients (18.3%) who denied engaging, 37 (94.9%) were female. Breast examination was the most studying area of denial. The major reason of non-engaging was shy (70.3%). The reason for engaging or non-engaging is given in Table 1. We asked about the factors that make the patient will undergo future US education among the patients who denied participating. Female students were the majority of the factor that the patients felt comfortable. Table 2. describes the reasons for accepting future US education.

### Discussion

US skill is a psychomotor skill that needs practicing on patients. Increased experience is necessary for the improvement of US skills.[14] Simulation in health education has been shown to increased confidence, psychomotor and professional skills<sup>10</sup> but it cannot replace a real-life patient. The result of this study suggests that our patients recognize the importance of medical education and most of them will to be a model for US education. However, patients

**Table 1 The reasons for engaging or non-engaging in US education**

Reasons for engaging (174 pt, 81.7%)	Reasons for non-engaging	
For education (169 pt, 97.1%)	Female (37 pt, 94.9%)	Male (2 pt, 5.1%)
Getting good karma (4 pt, 2.3%)	Shy (26 pt, 70.3%)	Inconvenience of time (1 pt, 50%)
For education and getting good karma (1 pt, 0.6%)	Inconvenience of time (7 pt, 18.9%)	Previous bad experience (1 pt, 50%)
	Fear of missing results (2 pt, 5.4%)	
	Shy + Fear of missing results + Time-consuming (1 pt, 2.7%)	

**Table 2 The reasons for engaging in future US education**

Studying areas	No. of patient
Exposed areas	2
Abdomen	2
Exposed areas and only female students	1
Abdomen and only female students	2
<b>Number of students</b>	
<4	1
<3 and only female students	2
1 and only female students	1
<b>Students' gender</b>	
Female	13
Male	0

may not clearly understand the relevance of educational scans and medical care. A scripted introduction regarding the purpose of educational US was introduced by Goldflam et al.[15] In that study, the use of introduction script improved patient understanding the objectives and limitations of the scans. Moreover, especially Thai culture, some patients believed that they will get good karma if they do meritable things such as devoting themselves for education. Another benefits of using patients as teaching models include; students recognized patients as their teachers and increased personal gratitude, and vice versa patients feel personal satisfaction from helping and receiving.

Female students showed a high proportion of the factors that can convince patient accepting future US education in our study. In line with prior study, they demonstrated that most of the patients preferred a female sonographer for endovaginal sonography ( $p < .001$ ).[16] This is probably because of the nature of US examination which is a study that may intrude into the patients' intimate body parts. Another factor may be due to women doctors were more likely to show the interaction styles patient prefer.[17] A number of students attending also affects the patient's acceptance. As demonstrated by Sakata et al [18] that 38.5% of parents who accepted the attendance of medical students preferred fewer than 3 students.

There are some limitations in the current study. This study was conducted in a single center and

it addressed only US education. Therefore the results cannot be generalized. Larger studies included multiple sites and other types of education will be required. We did not categorize patients according to their culture, education or economic status which may affect the decision as shown in the literature that parents with high-income earners would be comfortable with fewer medical students attending in the pediatric burns outpatient clinic than low-income earners.<sup>18</sup> Future studies in more demographic details would be more beneficial. Furthermore, we did not collect the duration of scan per patient which was one of the factors that the patients concerned. Moreover, there was no post-scan questionnaire that some patients may change their minds after the experience of being a model. Immediate feedback from the patient promotes a student-patient interaction and a benefit of learning. In addition, the data on patient demographics were not a normal distribution.

## Conclusion

This is the first study of Thai patient attitudes towards being models of US education for medical students. Most of our patients willed to engage in US education for medical students as the reason for education. Most of the patients who denied participating were female and most of the reason for denying was shy. Female students and the US study at the patient's exposed area are important factors of patient acceptance to undergo a future US education.

We hope that this study will encourage clinical teachers to actively teach medical students with real patients while recognizing patients' altruism.

### Practice implication

Most of the Thai patients will to participate in US education. With respect to patients' altruism, the patients should be informed before the procedure. For female patients, female students are preferred if the study parts are their intensely personal areas. The more intimate setting of the examination room may help the patient to feel more comfortable.

### References

1. Limchareon S, Jaidee W. Physician-performed focused ultrasound: and update on its role and performance. *J Med Ultras*. 2015; 23: 67-70.
2. Mai T, Woo MY, Boles K, et al. Point-of-care ultrasound performed by a medical student compared to physical examination by vascular surgeons in the detection of abdominal aortic aneurysms. *Ann Vasc Surg*. 2018; 52: 15-21.
3. Straus CM, Webb EM, Kondo KL, et al. Medical student radiology education: Summary and recommendations from a national survey of medical school and radiology department leadership. *J Am Coll Radiol*. 2014; 11: 606-10.
4. Poot JD, Hartman MS, Daffner RH. Understanding the US medical school requirements and medical students' attitudes about radiology rotations. *Acad Radiol*. 2012; 19: 369-73.
5. Saha A, Roland RA, Hartman MS, et al. Radiology medical student education: An outcome-based survey of PGY-1 residents. *Acad Radiol*. 2013; 20: 284-9.
6. Linaker KL. Radiology undergraduate and resident curricula: A narrative review of the literature. *J Chiropr Humanit*. 2015; 22: 1-8.
7. Limchareon S, Asawaworarit N, Klinwichit W, et al. Development of the ultrasonography learning model for undergraduate medical students: a case study of the Faculty of Medicine, Burapha University. *J Chin Med Assoc*. 2016; 79:445-9.
8. Limchareon S, Kongprompsuk S. A single static breast model education of ultrasound skill in final year medical students of Burapha university. *J Med Ultras*. 2018; 26: 143-6.
9. Amanda Howe, Janie Anderson. Involving patients in medical education. *BMJ*. 2003, 327: 326-8.
10. Gamble AS. Simulation in undergraduate paediatric nursing curriculum: evaluation of a complex 'ward for a day' education program. *Nurse Education in Practice*. 2017; 23: 40-7.
11. Almestehi M, Alomaim W, Rainford L, et al. Role of the virtual reality simulator (ScanTrainer) as a multidisciplinary training tool in transvaginal ultrasound: a systematic review and narrative analysis. *Radiography*.

<https://doi.org/10.1016/j.radi.2018.12.009>. Access 4th Feb 2019

12. Browne JE, Gu C, Fazio RT, et al. Use of Novel anthropomorphic breast ultrasound phantoms for radiology resident education. *J Am Coll Radiol*. 2019; 16: 211-8.

13. Zaia BE, Briese B, Williams SR, et al. Use of cadaver models in point-of-care emergency ultrasound education for diagnostic applications. *J Emerg Med*. 2012; 43: 683-91.

14. Hertzberg BS, Kliewer MA, Bowie JD, et al. Physician training requirements in sonography: how many cases are needed for competence? *AJR Am J Roentgenol*. 2000; 174:1221-7.

15. Goldflam K, Goett RR, Lewis RE, et al. Patient perceptions of ultrasound educational scans in the emergency department. *J Emerg Med*. 2014; 46: 833-38.

16. Bennett CC, Richards DS. Patient acceptance of endovaginal ultrasound. *Ultras Obstet Gynecol*. 2000; 15: 52-5.

17. Mast MS, Hall JA, Roter DL. Disentangling physician sex and physician communication style: their effects on patient satisfaction in a virtual medical visit. *Patient Educ Couns*. 2007; 68: 16-22.

18. Sakata S, McBride CA, Kimble RM. Parent attitudes towards medical student attendance and interaction in the paediatric burns outpatient clinic. *Burns*. 2010; 36: 418-21.

## Evaluation of Lung Shunt Fraction from Planar Scintigraphy and SPECT/CT Images

Nucharee	Poon-iad	M.Sc. Radiological Science
Ajalaya	Teyateeti	M.D.
Pachee	Chaudakshetrin	M.Eng. Nuclear Technology
Malulee	Tuntawiroon	M.Sc. Medical Physics

### Abstract

Evaluation of a lung shunting fraction using  $^{99m}\text{Tc}$  macro-aggregated albumin (MAA) scintigraphy is required to simulate the distribution pattern of the  $^{90}\text{Y}$  therapeutic activity for radio-embolization treatment of liver malignancies. The purpose of this study was to compare lung shunt fraction evaluated from planar scintigraphy and SPECT/CT imaging to ensure that the administered activity of  $^{90}\text{Y}$  microspheres will not cause serious complication to the lungs. Lung shunt fraction (LSF) from  $^{99m}\text{Tc}$  MAA pre-therapeutic planar scintigraphy and SPECT/CT imaging of 33 hepatocellular carcinoma patients were retrospectively analyzed. LSF from planar scintigraphy was calculated based on ROI counts from lung and liver images by combining the anterior and posterior images using the geometric mean. For SPECT/CT imaging, LSF was quantified from the count in volume of interest in liver and lung. The LSF estimated from planar imaging was statistically significant ( $p = 0.000$ ) when compared to the LSF derived from SPECT/CT imaging. It was almost 2 times higher in all cases as compared to SPECT/CT. The mean  $\pm$  SD of lung shunt fraction (%) on planar and SPECT/CT imaging in 33 patients were  $10.62 \pm 7.88$  and  $6.87 \pm 7.20$ , respectively.  $^{90}\text{Y}$  microspheres treatment requires accurate planning to ensure a good therapeutic response with as less complications as possible. Detecting the liver and tumor with planar images can be difficult and lead to misinterpretation of possible extrahepatic locations because of the low spatial resolution from planar images.  $^{99m}\text{Tc}$ -MAA imaging is used to estimate the LSF prior to  $^{90}\text{Y}$  treatment. The assessment of LSF with planar imaging was significantly overestimate LSF compared to SPECT/CT, possibly from activities originating in overlying and underlying tissue from organ overlapping in 2D images. Calculation by SPECT/CT can then be considered as more accurate because it gives the true representation of 3D organs.

**Key word:** Hepatocellular carcinoma,  $^{99m}\text{Tc}$  MAA scintigraphy,  $^{90}\text{Y}$  radioembolization, Lung shunting fraction

Division of Nuclear Medicine, Department of Radiology, Faculty of Medicine Siriraj Hospital  
Mahidol University, Bangkok, Thailand

## Introduction

Hepatocellular carcinoma (HCC), also called malignant hepatoma, is a primary malignancy of the liver and the most common type of liver cancer. HCC has variable grade of vascularity according to the histological tumor grade and underlying liver damage.

Radioembolization is an innovative therapeutic approach defined as the injection of micron-sized embolic particles loaded with a radioisotope by use of percutaneous intra-arterial techniques. Advantages of the use of these intra-arterial radioactive compounds are the ability to deliver high doses of radiation to small target volumes, the relatively low toxicity profile, the possibility to treat the whole liver including microscopic disease and the feasibility of combination with other therapy modalities.

Yttrium-90 ( $^{90}\text{Y}$ ) microspheres are commonly used for hepatic radioembolization. As  $^{90}\text{Y}$  microspheres become trapped within the small feeding capillaries of the tumor, they deliver high radiation doses to the tumor with minimal toxicity to normal liver tissues [1]. Before therapeutic administration of  $^{90}\text{Y}$  microspheres to the patient, radioactive  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -labeled macroaggregated albumin (MAA) was injected into the main hepatic artery to mimic the distribution of  $^{90}\text{Y}$  microspheres and to ensure safety of the procedure.

In assessing the risk of extrahepatic deposition of microspheres,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  MAA scan, planar and SPECT/CT images are performed to detect any uptake of  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  MAA outside of liver, particularly in the lungs

and gastrointestinal tract. The intrahepatic tracer distribution and tumor-to-normal uptake ratio (TNR) are important for dose calculation especially when using a partition model or BSA method. A good correlation between the estimated radiation dose by  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  MAA dosimetry and intraoperative estimation of radiation doses have been reported in several publications [2-7].

The lung shunt fraction (LSF) is defined as the ratio of radioactive counts in the lungs to the combined radioactive counts in the lungs and liver. Significant error in  $^{90}\text{Y}$  microsphere treatment dose did occur if the ROIs or VOIs were not defined properly in the lung shunting calculation [8].

The purpose of this study was to compare lung shunt fraction calculated from planar scintigraphy and SPECT/CT imaging to ensure that the administered activity of  $^{90}\text{Y}$  microspheres will not cause serious complication to the lungs.

## Materials and methods

### A. Materials

SPECT/CT scanner: All imaging were performed on a Discovery NM/CT 670. SPECT/CT, a dual-modality imaging system that provides functional (SPECT) and anatomic (CT) images in the same scanning session. The scanning modes include planar mode and tomographic mode.

*B. Selection of study population*

Planar and SPECT/CT images of <sup>99m</sup>Tc MAA were acquired in 33 patients with HCC and had the basis of typical computed tomography (CT) criteria before radioembolization.

*C. Lung shunt calculation procedure*

Image processing and analysis were performed on a GE workstation to calculate the percentage of lung shunt.

1. Drawn regions of interest (ROIs) manually around the whole lungs and the whole liver on both anterior and posterior views of the planar images (Figure 1).

2. Drawn volume of interest (VOIs) on SPECT/CT imaging using the dosimetry toolkit application (Figure 2).

3. Get the total counts for the lungs and the liver from ROIs and VOIs.

4. Calculate geometric mean (GM) for lung and liver regions on the planar images.

5. Calculate the percentage of lung shunting.

For planar image, 2-dimensional lung and liver regions of interest and total <sup>99m</sup>Tc MAA counts are obtained. Lung shunt fraction (LSF) is calculated as the fraction of the activity counts from the whole lungs divided by counts in the lungs and liver combined using the following formula;

$$\%LSF = \frac{GM_{Lung}}{GM_{Lung} + GM_{Liver}} \times 100$$

Where;  $GM_{Lung}$  and  $GM_{Liver}$  are the geometric means of the counts from the lung and liver respectively. Geometric means are calculated from the anterior and posterior counts as:

$$GM = \sqrt{counts_{ant} \times counts_{post}}$$

For SPECT/CT image, 3-dimensional, the dosimetry toolkit software allows semiautomatic generation of the VOIs in the lung and liver.

$$\%LSF = \frac{Lung\ Counts}{Lung\ Counts + Liver\ Counts} \times 100$$

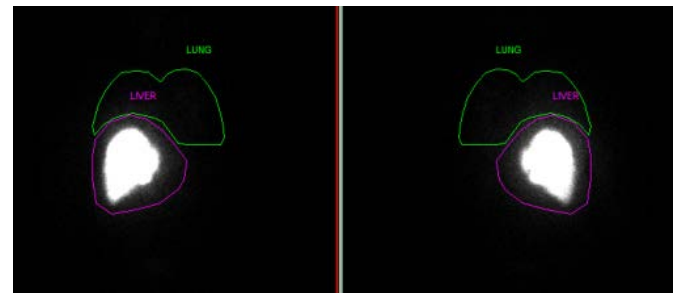


Fig. 1 Manually draw the ROIs of <sup>99m</sup>Tc MAA infusion and distribution from anterior and posterior views on the planar images.

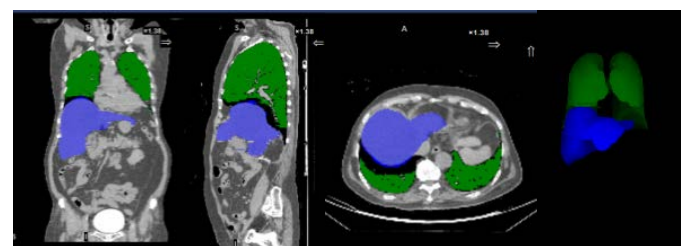


Fig. 2 The VOIs on SPECT/CT images using the dosimetry toolkit application.



## Results

Images of 33 patients; 25 men (76%) and 8 women (24%) with hepatocellular carcinoma (HCC) demonstrated lung shunt fractions ranging between 2.04 to 29.73% in planar images and 0.20 to 31.95% in SPECT/CT images. The mean  $\pm$  SD of lung shunt fractions (%) on planar and SPECT/CT images were  $10.62 \pm 7.88$  and  $6.87 \pm 7.20$ , respectively. A significant difference between the planar and SPECT/CT lung shunt fractions (%) was observed ( $p=0.000$ ). Lung shunt fraction distribution is shown in table 1.

According to the package insert of SIR-Spheres, if the calculated LSF is below 10% then therapy will proceed at the standard dose, LSF of 10.0 to 14.9% requires an activity reduction of 20%, an LSF of 15% to 20% requires 40% reduction, and an LSF of greater than 20% is regarded contraindication against radioembolization.

## Discussion

$^{99m}\text{Tc}$  MAA imaging is important in treatment planning to avoid significant radiation pneumonitis from lung shunting. ROIs should be accurate and consistent to reduce error in calculating the treatment dose.

Planar scintigraphy is a 2D anatomic image, and thus it is difficult to delineate the lung and liver accurately. The problem is further compounded by the motion of the liver due to the patient's breathing during

**Table 1 A comparison between lung shunt fractions calculated from planar and SPECT/CT images.**

No.	Sex	% Lung Shunting	
		Planar	SPECT/CT
1	M	7.67	3.00
2	F	14.07	17.40
3	M	3.82	0.90
4	M	6.41	3.37
5	M	29.73	20.77
6	M	13.68	7.50
7	M	10.04	4.50
8	M	9.50	5.60
9	M	3.62	1.24
10	F	3.31	1.25
11	M	9.33	4.60
12	M	7.76	3.20
13	M	3.54	1.52
14	M	4.04	1.28
15	M	2.98	0.80
16	M	7.17	2.70
17	M	4.94	2.20
18	F	6.17	2.50
19	M	2.04	0.20
20	F	18.43	14.00
21	M	28.42	14.40
22	M	21.38	13.80
23	F	24.84	18.10
24	M	3.51	0.30
25	M	8.12	5.89
26	M	13.44	8.20
27	F	13.18	7.30
28	M	4.44	1.50
29	F	25.62	31.95
30	M	6.30	5.90
31	M	6.07	6.89
32	F	8.97	4.30
33	M	17.87	9.60
Mean		10.62	6.87
SD		7.88	7.20
Min		2.04	0.20
Max		29.73	31.95
P-value			0.000

the acquisition, which tends to blur the border between the lung and liver on planar scintigraphy.

Uncertainties in defining ROIs are due to the limited spatial resolution of the planar imaging in combination with human error in drawing the regions. Tomographic imaging will improve accuracy in the lung shunt calculation. The current method for calculating lung shunting fractions is subjective and does not allow for quantification of lung uptake as it is planar (2D) based. It does not incorporate corrections for photon attenuation and scattering, both of which are significant in quantification by planar imaging and cannot accurately represent dose distribution [9] and absorbed dose values cannot be found from such measures.

The radioembolization simulation procedure is logistically challenging, as the patient has to be injected within the interventional radiology department and scan within 1 hour to prevent false-positive extrahepatic activity due to free  $^{99m}\text{Tc}$  pertechnetate. In such cases, pathologic uptake in the stomach should be ruled out before treatment. Free  $^{99m}\text{Tc}$  is normally observed in SPECT/CT as diffuse uptake in the gastric mucosa, often in concordance with the thyroid gland on planar imaging, whereas pathologic uptake is seen as a focally increased accumulation [10, 11].

### Conclusion

The lung shunt calculation based on planar images substantially overestimates the lung shunt in

most cases. For patients with significant lung shunt from planar images, a careful study of the lung shunt based on the SPECT/CT is warranted for a more accurate result.

### Acknowledgement

We are grateful to senior physicists at the Division of Nuclear Medicine, Department of Radiology Faculty of Medicine Siriraj Hospital for providing assistance to conduct this research.

### References

1. Murthy R, Nunez R, Szklaruk J, et al. Yttrium-90 microsphere therapy for hepatic malignancy: devices, indications, technical considerations, and potential complications. *Radiographics* 2005; 25 (Suppl. 1): S41–55.
2. Burton MA, Gray BN, Jones C, Coletti A. Intraoperative dosimetry of  $^{90}\text{Y}$  in liver tissue. *Int J Rad Appl Instrum B*. 1989; 16: 495–8.
3. Burton MA, Gray BN, Klemp PF, Kelleher DK, Hardy N. Selective internal radiation therapy: distribution of radiation in the liver. *Eur J Cancer Clin Oncol*. 1989; 25: 1487–91.
4. Burton MA, Gray BN, Kelleher DK, Klemp PF. Selective internal radiation therapy: validation of intraoperative dosimetry. *Radiology*. 1990; 175: 253–5.
5. Ho S, Lau WY, Leung TW, Chan M, Ngar YK, Johnson PJ, et al. Partition model for estimating radiation doses from yttrium-90 microspheres in

treating hepatic tumors. *Eur J Nucl Med.* 1996; 23: 947–52.

6. Ho S, Lau WY, Leung TWT, Chan M, Johnson PJ, Li AKC. Clinical evaluation of the partition model for estimating radiation doses from yttrium-90 microspheres in the treatment of hepatic cancer. *Eur J Nucl Med.* 1997; 24: 293–8.

7. Ho S, Lau WY, Leung TWT, Chan M, Chan KW, Lee WY, et al. Tumor-to-normal uptake ratio of <sup>90</sup>Y microspheres in hepatic cancer assessed with <sup>99</sup>TcM macroaggregated albumin. *Br J Radiol.* 1997; 70: 823–8.

8. Patel U, Luo J, McDonald N, et al. Evaluation of lung shunting from Tc-99m MAA imaging and its effect to Y-90 microsphere treatment dose. *J Nucl Med* 2006; 47.

9. Willowson K, Bailey DL, Baldock C. Quantifying lung shunting during planning for radio-embolization. *Phys Med Biol.* 2011 Jul 7; 56 (13): N145-52.

10. Ahmadzadehfar H, Sabet A, Biermann K, et al. The significance of <sup>99m</sup>Tc-MAA SPECT/CT liver perfusion imaging in treatment planning for <sup>90</sup>Y-microsphere selective internal radiation treatment. *J Nucl Med* 2010; 51(8): 1206–12.

11. De Gersem R, Maleux G, Vanbilloen H, et al. Influence of time delay on the estimated lung shunt fraction on <sup>99m</sup>Tc-labeled MAA scintigraphy for <sup>90</sup>Y microsphere treatment planning. *Clin Nucl Med.* 2013 Dec; 38(12): 940-2.

12. Dittmann H, Kupferschlaeger J, Feil D, et al. Quantitative SPECT/CT for evaluation of lung shunting prior to SIRT: Results of a pilot study. *J Nucl Med* 2015; 56: 162.

13. Leung WT, Lau WY, Ho SK, et al. Measuring Lung Shunting in Hepatocellular Carcinoma with Intrahepatic-Arterial Technetium-99m Macro Aggregated Albumin. *J Nucl Med* 1994; 35: 70-73.

14. Yu N, Srinivas SM, Difilippo FP, et al. Lung dose calculation with SPECT/CT for <sup>90</sup>Yttrium radioembolization of liver cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2013 Mar 1; 85(3): 834-9.



## Estimation of Radiation Dose to Workers in Siriraj Cyclotron Center

Pornpun	Jiemwutthisak	M.Sc. Radiological Science
Jureeporn	Asawarattanapakdee	M.Sc. Radiological Science
Supphalak	Rassamee	B.Sc. Industrial Chemistry
Pachee	Chaudakshetrin	M.Eng. Nuclear Technology
Malulee	Tuntawiroon	M.Sc. Medical Physics

### Abstract

Siriraj cyclotron is a self-shielded medical cyclotron for production of PET radionuclides. It accommodates with radiochemistry laboratory and hot cells for radiopharmaceutical synthesis. During operation, induced radioactivity may accumulate in various cyclotron components, radioactive gases may escape into the atmosphere results in exposure of workers. Individual and workplace monitoring are required for maximum safety to all personnel in and around the facility. Deep dose and shallow dose equivalent and neutron doses to 3 groups of workers, medical physicist, radiochemist, and housekeeper were measured on monthly basis using OSL and a 1-year result was analyzed. Seven areas, cyclotron, QC rooms, hot cell, electric room, preparation room, control and the staff rooms were monitored by gamma and neutron detectors to determine dose rate when the  $^{18}\text{F}$  has been produced for 61 times.

The mean  $\pm$  SD of Hp(10) and Hp(0.07) of the finger (averaged from 3 radiochemists) were  $0.13 \pm 0.02$  mSv/year and  $8.81 \pm 2.18$  mSv/year, respectively. For 2 medical physicists in operating the cyclotron, the mean  $\pm$  SD of Hp(10) and Hp(0.07) of the finger were  $0.05 \pm 0.06$  mSv/year and  $4.94 \pm 2.89$  mSv/year, respectively. Dose to housekeepers was not detected. The neutron dose to workers was undetected. The dose rate from neutrons was found to be negligible and the mean dose rate from gamma photons of less than  $6.43 \mu\text{Sv/h}$  was well within the limits. The occupational dose received by cyclotron workers did not exceed the international recommended annual dose limits.

The gamma and neutron dose rate were analyzed as part of a workplace-monitoring program in controlled and supervised areas. It was found that the maximum dose rate is below the dose limit ( $6.43$  vs  $20 \mu\text{Sv/hr}$ ). The maximum effective doses and finger dose to workers were  $0.15$  vs  $20$  mSv/year and  $11.32$  vs  $500$  mSv/year that below the dose limit, respectively. Radiation dose to workers and dose rate from area monitors are in accordance with international radiation safety regulations. This demonstrated that the level of protection provided to the worker is satisfactory and the workplace condition is adequate for environmental protection.

**Keywords:** Effective dose, radiation area, optically stimulated luminescence (OSL), area monitoring, cyclotron

Division of Nuclear Medicine, Department of Radiology, Faculty of Medicine Siriraj Hospital

Mahidol University, Bangkok, Thailand

## Introduction

PET imaging represents one of the most effective diagnostic tools in nuclear medicine. It employs mainly short-lived positron emitting radiopharmaceuticals. The cyclotron is the most widely used particle accelerator for producing PET radionuclides. The four basic cyclotron produced radionuclides most widely employed are:  $^{18}\text{F}$  ( $t_{1/2} = 110$  min),  $^{13}\text{N}$  ( $t_{1/2} = 10$  min),  $^{15}\text{O}$  ( $t_{1/2} = 2$  min) and  $^{11}\text{C}$  ( $t_{1/2} = 20$  min). Siriraj Hospital has installed compact medical cyclotrons for on-site production of short-lived PET radionuclides. This is a self-shielded medical cyclotron, can accelerate protons to energies of 20 MeV and 10 MeV for deuteron. This cyclotron is one of the Medical Research and Development Centers of the Faculty of Medicine Siriraj Hospital. At present, 3 PET radionuclides  $^{18}\text{F}$ ,  $^{11}\text{C}$  and  $^{15}\text{O}$  are produced [1].

The cyclotron is equipped with chemical processing modules in separate neighboring areas. During routine cyclotron operation and target bombardment, high levels of prompt neutrons and gamma rays are produced. During radiopharmaceutical processing, a substantial fraction of the volatile PET radiopharmaceuticals are released into the atmosphere. The radiation exposure to workers arises mainly from cyclotron operation, the maintenance of radio-activated components, handling and moving of activated items as well as radioactive waste handling. Based on the principles of the radiation protection, it is

necessary to establish a monitoring program that allows the dose control of the workers against possible unwanted health effects and also to protect the environment [2].

The implementation of area monitoring and the use of individual dosimeters are essential measures of this program, for allowing preliminary assessment of the dose rates in areas to be occupied by workers and also to confirm of accumulated radiation dose to workers.

This study aims to evaluate external exposure to gamma and neutron radiation through the analysis of the effective dose received by workers and the dose rates obtained by the area monitoring when  $^{18}\text{F}$  is being produced. The effective dose equivalent can be obtained from OSLD body and ring OSLRD badges. These dosimeters have been read on a monthly basis by Thailand Institute of Nuclear Technology (TINT) personal dosimeter services. The dose rate can be collected from area radiation monitors; gamma detector (GM-41, GM-42 Ludlum) and neutron detector (12-4 Ludlum), every time a cyclotron is operated and a radiopharmaceutical is produced. These survey results will be collected for 1 year to assess whether the workers and workplace are safe in accordance with the requirements of international standards.

**Materials and methods**

*A. Instruments and materials*

1. Area monitoring: Gamma detector, Model GM-42 and GM-41 (Figure 1A), ROTEM INDUSTRIES LTD. Arava, Israel [3, 4].

2. Area monitoring: Neutron detector, Model 12-4 (Figure 1B), Ludlum MEASUREMENTS, INC. TEXAS, US: [5].

3. Personnel OSLD body and ring badges (Figure 2), serviced by Thailand Institute of Nuclear Technology (TINT) (Figure 2).

4. <sup>137</sup>Cs standard source (9 kBq), Eckert & Ziegler.

*B. Workers groups and Monitoring areas groups*

1. Categorization of workers groups

Six cyclotron workers were categorized into 3 groups based on working conditions, amount of radionuclides being handled and risk associated with everyday activities of external radiation is likely to occur. These include 2 physicists, 3 radiochemists and 1 housekeeper.

2. Categorization of monitoring areas

Seven controlled and supervised areas were categorized into: A. Control room, B. Cyclotron room, C. Electric room, D. Hot Cell room, E. Preparation room, F. Quality control room and G. Staff room.

A to F are controlled areas and G is supervised areas.

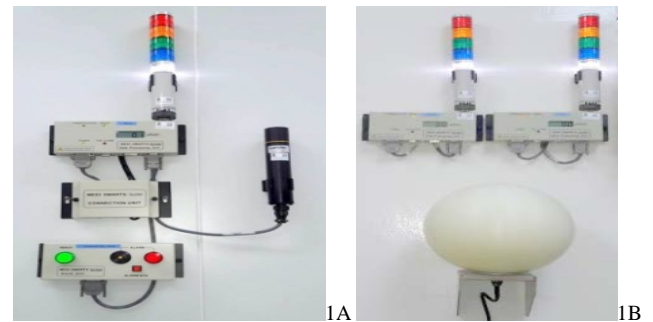


Fig. 1 Area monitoring: 1A Gamma detector &; 1B Neutron detector



Fig. 2 Personnel OSLD and ring OSLRD

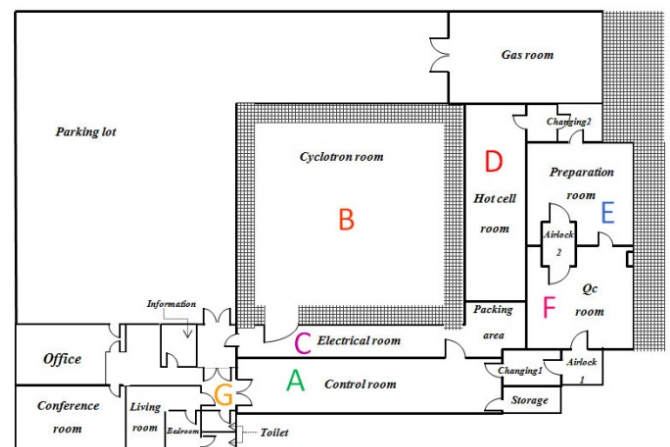


Fig. 3 The location A-G of installed radiation detectors

### C. Methodology

The study was based on individual monitoring using OSLD and OSLRD, and, area monitoring using gamma and neutron detectors.

1. The occupational exposure involved the external dose; personal dose equivalents Hp(10) whole body, Hp(3) eye lens and Hp(0.07) skin received by workers during the year 2017 was analyzed. The extremity effective dose Hp (0.07) was measured using finger techniques. The results were read and evaluated on monthly basis by Thailand Institute of Nuclear Technology; TINT. Radiation dose received by three group of cyclotron workers; 2 physicists, 3 radiochemists and 1 housekeeper are compared according their tasks, and compared with the values established in international recommendations.

2. The dose rate collected from gamma and neutron detectors reported in 2017 during the production of about 2 hours per batch of  $^{18}\text{F}$ -FDG. The total 61 measurements performed at 7 predetermined spots identified as A to G in Figure 3. Position A to G have gamma detectors, only position C; electronic room, has both gamma and neutron detectors [2].

## Result and Discussion

### A. Radiation dose

The mean Hp(10), Hp(3) and Hp(0.07) for each group of workers are shown in Table 1, 2 and 3. The measured results of Hp(3) and Hp(0.07) in all groups, were comparable to Hp(10). The highest

levels was found in 3 radiochemists ranging between 0.11–0.15 mSv/year, followed by 0.01–0.09 mSv/year, and 0–0.01 mSv/year for 2 physicists and 1 housekeeper, respectively.

A higher dose received by radiochemist is from synthesizing radiopharmaceuticals labeled, dispensing and quality control testing of the products. Medical physicist is responsible for operation of cyclotron for radionuclide production, sample transfer, radiation safety of personnel and radiation surveillance in and around cyclotron facility. The amount of radiation received by the housekeeper is from carrying the products and room cleaning which is negligible. The mean levels of Hp(10) whole body, Hp(3) eye lens and Hp(0.07) skin doses in all groups were observed to be well within the established limits because all of workers are on rotation and do not constantly handle radioactive sources throughout the whole year (Figure 4) [6].

The Hp(0.07) finger doses in 3 radiochemists vary in the range between 7.38 and 11.32 mSv/year with the mean value of 8.81mSv/year. These results were observed to be higher than those received by the physicists by a factor of about 2 (8.81vs4.94), but still in consistent with international radiation protection regulations. Radiation dose received by the 2 physicists ranging between 2.89 – 6.98 mSv/year but not detected in housekeeper. Radiation dose from neutron cannot be detected in any group of workers.



**Table 1 Dose to 2 medical physicists (mSv/year)**

No.	Hp(10)	Hp(3)	Hp(0.07)	finger	neutron
1	0.01	0.01	0.01	2.89	0
2	0.09	0.09	0.09	6.98	0
Mean±SD	0.05±0.06	0.05±0.06	0.05±0.06	4.94±2.89	0

**Table 2 Dose to 3 radiochemists (mSv/year)**

No.	Hp(10)	Hp(3)	Hp(0.07)	finger	neutron
1	0.14	0.14	0.13	11.32	0
2	0.15	0.15	0.15	7.73	0
3	0.11	0.11	0.11	7.38	0
Mean±SD	0.13±0.02	0.13±0.02	0.13±0.02	8.81±2.18	0

**Table 3 Dose to 1 housekeeper (mSv/year)**

No.	Hp(10)	Hp(3)	Hp(0.07)	finger	neutron
1	0	0.01	0.01	0	0

**Table 4 Dose rate from gamma and neutron in chosen areas (μSv/hr)**

Room	Dose rate (μSv/h)			
	Gamma		Neutron	
	Max	Mean±SD	Max	Mean±SD
A. Staff office	0.3	0.07±0.03	-	-
B. Control	0.5	0.10±0.01	-	-
C. Electric	12.4	0.15±0.08	1	0.01
D. Cyclotron	75.2	6.43±1.37	-	-
E. QC	57.1	0.19±0.07	-	-
F. Preparation	2.3	0.12±0.02	-	-
G. Hot cell	41.8	0.24±0.11	-	-

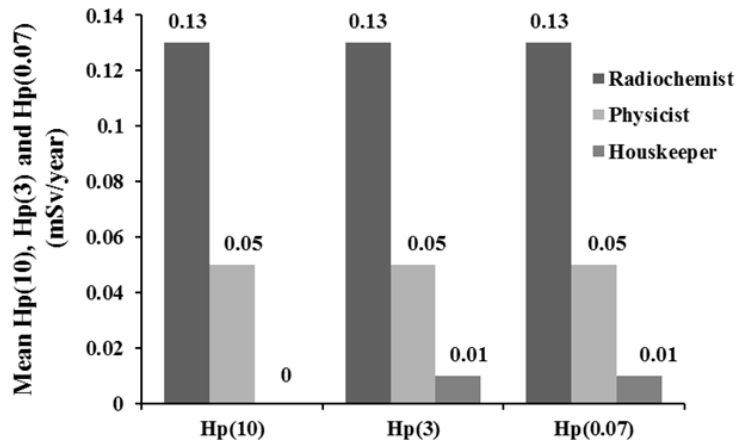


Fig. 4 Mean Hp(10), Hp(3) and Hp(0.07) (mSv/year)

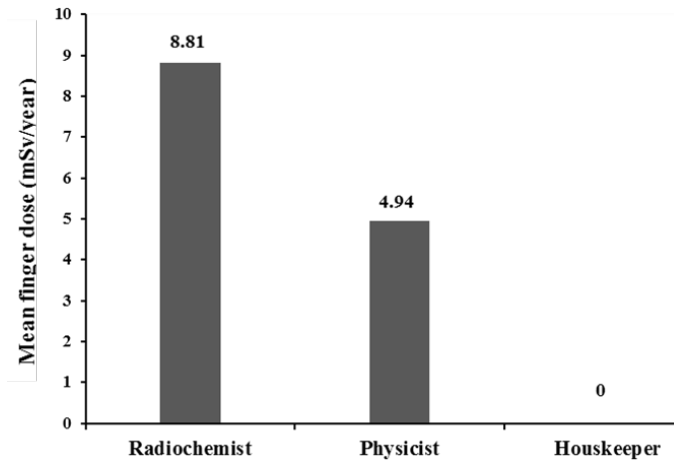


Fig. 5 Mean finger dose (mSv/year)

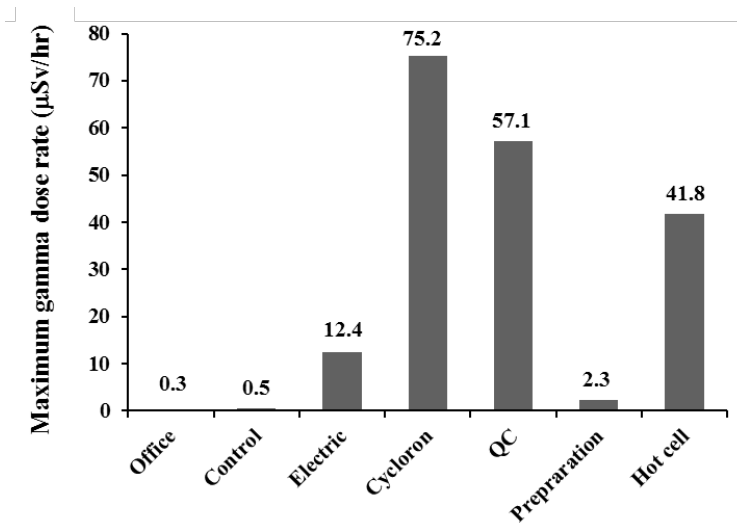


Fig. 6 Dose rate of maximum gamma radiation (µSv/hr).

### *B. Radiation exposure rate from area monitoring*

The maximum and mean  $\pm$  SD of the gamma and neutron dose rates in the different chosen areas as indicated in Figure 3 are presented in Table 4. The maximum values are shown in Figure 6.

The radiation levels measured inside the Siriraj Cyclotron Center was collected during 2 hours of  $^{18}\text{F}$ -FDG production for a total of 61 times in 6 months. The highest gamma radiation dose rate of  $75 \mu\text{Sv/hr}$  was detected in the cyclotron vault when bombarding  $^{18}\text{O}$  to  $^{18}\text{F}$  with an average operating current of  $50 \mu\text{A}$  on the target. This value is below the limits for environmental protection;  $20 \text{mSv/hr}$  for control area [7].

The maximum gamma dose rates in cyclotron vault from production of  $^{18}\text{F}$ -FDG,  $75 \mu\text{Sv/hr}$  is higher than those reported by Silva et al.,  $12 \mu\text{Sv/hr}$  [8, 9]. However, this value is higher than our mean value ( $6.43 \mu\text{Sv/hr}$ ) by a factor of 2. Kaushik et al. [10] showed very high dose rate of gamma radiation,  $10 \text{mSv/hr}$  which is higher than this study for approximately 133 times.

High gamma dose rates of  $57 \mu\text{Sv/hr}$  and  $41.8 \mu\text{Sv/hr}$  were also observed in the QC room and hot cell room, respectively. Although these levels were below the limit, the lower dose rate,  $31 \mu\text{Sv/hr}$  was reported by Silva et al. [8, 9] and only  $0.5 \mu\text{Sv/hr}$  reported by Kaushik et al. [10].

In this study, very low level of neutron radiation was detected. The maximum neutron dose

rate was found to be only  $1 \mu\text{Sv/hr}$  in electric room. However, Kaushik et al. [10] reported no neutron radiation was detected by the neutron monitor located on the door of the cyclotron vault during bombardment and at the end of bombardment (EOB).

### **Conclusion**

Surveillance of the gamma and neutron radiation is performed as part of a personnel and workplace-monitoring program in controlled and supervised areas of the cyclotron facility. It was found that the maximum dose rate is below the dose limit ( $6.43$  vs  $20 \mu\text{Sv/hr}$ ). The maximum effective doses and finger dose to workers were  $0.15$  vs  $20 \text{mSv/year}$  and  $11.32$  vs  $500 \text{mSv/year}$  that below the dose limit, respectively. These demonstrated that the released of gamma and neutron radiation into the general environment in and around the cyclotron are well below the allowable limits, and could be concluded that the workplace condition is satisfactory. The levels of protection provided to the workers are in compliance with the international radiation protection regulations.

### **Acknowledgement**

The research was partially supported by a grant from the Faculty of Medicine Siriraj Hospital. We thank to all staffs of SirirajCyclotron Center, my professors for all help and Ms. Dollaporn Polyeam for statistical calculation.

**References**

1. วารสาร 60 ปี เวชศาสตร์นิวเคลียร์ศิริราช พ.ศ. 2558.
2. International Atomic Energy Agency, Cyclotron Produced Radionuclides: Guidelines for setting up a facility. Technical reports series no.471. Vienna: IAEA; 2009.
3. MediSmarts GM-41 Area Monitoring Channel instruction manual. Rotem Industries, Ltd. Israel.
4. MediSmarts GM-42 Area Monitoring Channel Instruction Manual. Rotem Industries, Ltd. Israel.
5. Ludlum model 42-30H neutron detector instruction manual. Ludlum Measurements, Inc. USA.
6. International Commission on Radiological Protection, Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP 103, Vienna (2007).
7. International Commission on Radiological Protection, Publication 91, A framework for assessing the impact of ionizing radiation on non-human. Ann. ICRP 33 (3), (2003).
8. Silva PPN, Rodrigues DL, Carneiro JCGG. Evaluation of radiation levels at IPEN's cyclotron accelerator facility in Brazil. 2011.
9. Silva PPN, Fernandes IM, Silva AJ, Silva AJ, Rodrigues DL Romero Filho CR. Neutron and gamma radiation levels analysis for 18 MeV cyclotron operation at IPEN-CNEN-SP. 2011 International Nuclear Atlantic Conference, 2011.
10. Kaushik A, Tiwari AK, Varshney R, Singh L, Mishra AK. Monitoring of radiation levels in medical cyclotron facility measured by a comprehensive computerized monitoring system. Indian J of Pure & App Phys. 2010; 48, 790-793. 8.

## บทความปริทรรศน์

## เทคนิคการเอกซเรย์คอกระดูกต้นขาบริเวณสะโพกในผู้ป่วยอุบัติเหตุ

## Radiographic Technical Approach in Accidental Neck of Femur Patient

ปัญญากร เส็งอ้น	วท.บ. รังสีเทคนิค
ชุติมา เดชพันพิ้ว	วท.บ. รังสีเทคนิค
นพรัตน์ ชื่นเขียว	วท.บ. รังสีเทคนิค

## บทคัดย่อ

ผู้ป่วยอุบัติเหตุคอกระดูกต้นขาบริเวณสะโพกหัก มักมีสาเหตุมาจากข้อสะโพกได้รับการกระทบอย่างรุนแรง อาจเนื่องมาจากการหกล้ม ตกจากที่สูง อุบัติเหตุทางท้องถนน เป็นต้น ทำให้ผู้ป่วยมีอาการบาดเจ็บอย่างรุนแรงที่ข้อสะโพกหรือบริเวณขาหนีบ ไม่สามารถเคลื่อนไหวหรือลงน้ำหนักขาข้างที่ข้อสะโพกบาดเจ็บได้ การถ่ายภาพเอกซเรย์ข้อสะโพกได้แก่ Hip AP และ Hip Lateral Cross table เพื่อดูคอของข้อสะโพกนั้นจึงต้องมีความระมัดระวังในการจัดทำเพื่อไม่ให้ผู้ป่วยเกิดความบาดเจ็บเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ควรอุปกรณ์เสริมที่ช่วยในการจัดทำเพื่อให้ได้ภาพเอกซเรย์ที่แสดงพยาธิสภาพและมีคุณภาพดีเพียงพอสำหรับการสามารถวินิจฉัยได้

คำสำคัญ เอกซเรย์ทั่วไป ข้อสะโพก อุบัติเหตุ

ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

มหาวิทยาลัยมหิดล

## บทนำ

เมื่อพูดถึงอุบัติเหตุแน่นอนว่าไม่มีใครอยากให้เกิดขึ้น โดยเฉพาะอุบัติเหตุที่เกิดกับคอกระดูกต้นขาบริเวณสะโพก (Neck of femur) ที่ส่งผลกับการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวัน ในผู้สูงอายุที่มีภาวะกระดูกพรุนอยู่เดิมการบาดเจ็บที่พบได้บ่อยมักเกิดตามหลังอุบัติเหตุเล็กน้อย เช่น การลื่นล้มสะโพกข้างที่บาดเจ็บกระดูกหัก ในผู้ป่วยอายุน้อยมักเกิดจากอุบัติเหตุชนิดรุนแรง เช่น อุบัติเหตุจากรถหรือการตกจากที่สูง โดยตำแหน่งที่หักส่วนใหญ่เกิดภายในเยื่อหุ้มข้อ (Intracapsular fracture) หรือคอกระดูกต้นขาบริเวณสะโพก (Neck of Femur) ผู้ป่วยที่มีภาวะคอกระดูกต้นขาบริเวณสะโพกหักจะมาด้วยอาการปวดสะโพกบริเวณขาหนีบ ไม่สามารถเดินลงน้ำหนักข้างที่หักได้ ตรวจร่างกายมักพบขาสั้นลงกว่าข้างปกติและอยู่ในท่าหมุนออกด้านนอก มีจุดกดเจ็บบริเวณขาหนีบ ไม่สามารถหมุนหรือขยับสะโพกข้างที่บาดเจ็บได้ โดยการเอกซเรย์ข้อสะโพกแบบมาตรฐานมักสามารถให้การวินิจฉัยภาวะคอกระดูกต้นขาบริเวณสะโพกหักได้ดี โดยปกติแล้วหากแพทย์สงสัยว่าผู้ป่วยคอกระดูกต้นขาบริเวณข้อสะโพกหักจะส่งผู้ป่วยมาเอกซเรย์ 2 ภาพหลัก ได้แก่ Hip AP view และ Hip Lateral cross table view ส่วนแพทย์จะสงสัยข้างไหนนั้นแพทย์จะระบุม่า อย่างไรก็ตามการถ่ายภาพในผู้ป่วยอุบัติเหตุจะมีข้อจำกัดในการเคลื่อนไหว ทำให้การจัดท่าผู้ป่วยเพื่อเอกซเรย์จะไม่ง่ายเหมือนผู้ป่วยทั่วไป นักรังสีการแพทย์จะต้องมีความรู้ความชำนาญในเรื่องลักษณะทางกายวิภาคของกระดูกข้อสะโพก ลักษณะทางคลินิก การจัดทำ การให้ปริมาณรังสีที่เหมาะสม ภาพทางรังสีที่ถูกต้อง และเข้าใจการทำงานของเครื่องเอกซเรย์ในระบบดิจิทัลที่ใช้สำหรับการ

เอกซเรย์ผู้ป่วย ทั้งนี้จะต้องอธิบายผู้ป่วย ญาติให้เข้าใจกระบวนการตรวจและการถ่ายภาพทางรังสี เพื่อให้ผู้ป่วยให้ความร่วมมือในการจัดทำ และเจ้าหน้าที่ผู้ช่วยเอกซเรย์ สำหรับการช่วยเหลือในการจัดทำหรือประกอบผู้ป่วยให้ระมัดระวังอันจะไม่ทำให้ผู้ป่วยเกิดความบาดเจ็บเพิ่มเติม

## เทคนิคการเอกซเรย์คอกระดูกต้นขาบริเวณสะโพกในผู้ป่วยอุบัติเหตุ

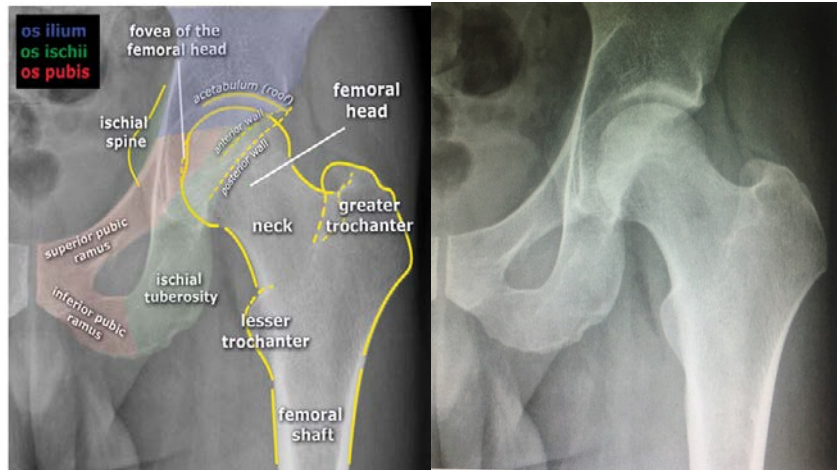
โดยทั่วไปผู้ป่วยที่ประสบอุบัติเหตุกระดูกข้อสะโพกหัก มักจะถูกเคลื่อนย้ายมาบนเปล เนื่องจากผู้ป่วยบาดเจ็บและจะปวดบริเวณดังกล่าวมาก ในการจัดทำในการถ่ายเอกซเรย์จึงต้องระมัดระวังและพยายามให้คนไข้เคลื่อนไหวน้อยที่สุด เพื่อป้องกันการบาดเจ็บเพิ่มเติม แพทย์มักจะส่งผู้ป่วยมาเอกซเรย์ใน 2 ภาพหลัก คือ Hip AP view และ Hip Lateral Cross table view โดยเทคนิคในการเอกซเรย์ในแต่ละท่าจะมีความต่างกันดังนี้

### 1. Hip AP view

ผู้ป่วยจะต้องนอนหงายตัวตรง บิดนิ้วโป้งเท้าชนกัน (Internal rotation) ประมาณ 15-25° เพื่อให้สามารถเห็นส่วนของ femoral neck ชัดเจนยิ่งขึ้น (รูป 4) หากผู้ป่วยไม่สามารถ internal rotation ได้ นักรังสีการแพทย์อาจต้องตามแพทย์ออร์โธปิดิกส์ มาช่วยในการจัดทำ เพื่อให้สามารถได้ภาพทางรังสีที่ดี และแพทย์ออร์โธปิดิกส์เองนั้นสามารถวินิจฉัยได้

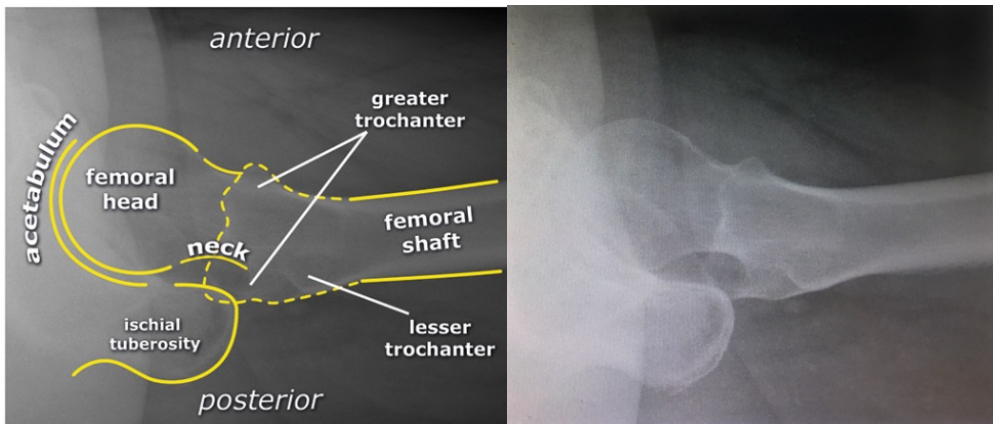
### 2. Hip Lateral cross table view

เป็นการใช้เทคนิคการเอกซเรย์โดยให้ลำของเอกซเรย์เข้าทางด้านข้างผ่านกระดูกข้อสะโพกเพื่อให้เห็นภาพของ femoral neck ในแนวด้านข้างโดยที่ผู้ป่วย



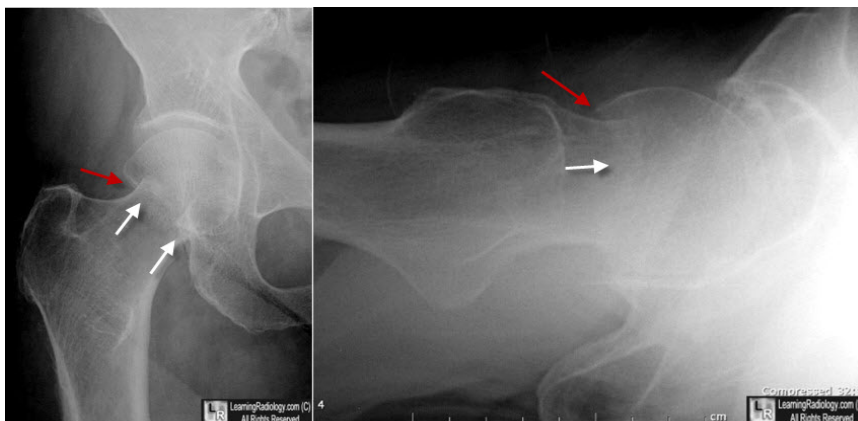
รูป 1 ภาพเอกซเรย์ปกติของกระดูกข้อสะโพกในท่า AP view

ที่มา [http:// startradiology.com/internships/orthopedics/hip/x-hip/](http://startradiology.com/internships/orthopedics/hip/x-hip/)



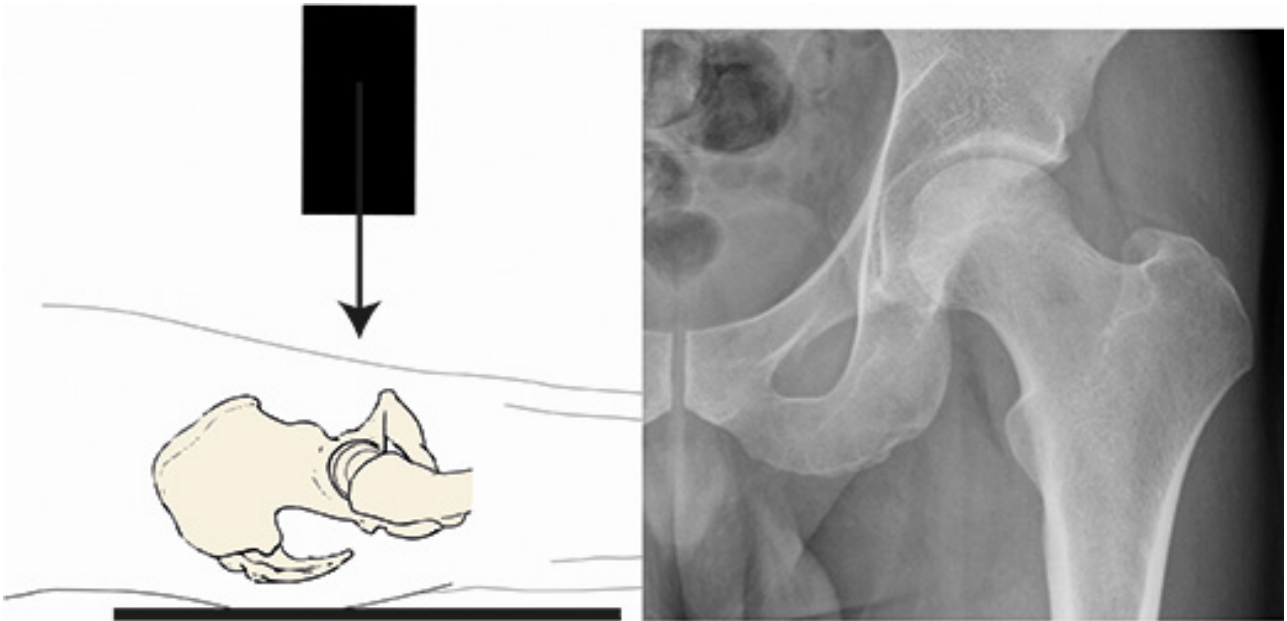
รูป 2 ภาพเอกซเรย์ปกติของกระดูกข้อสะโพกในท่า Lateral Cross Table view

ที่มา [http:// startradiology.com/internships/orthopedics/hip/x-hip/](http://startradiology.com/internships/orthopedics/hip/x-hip/)



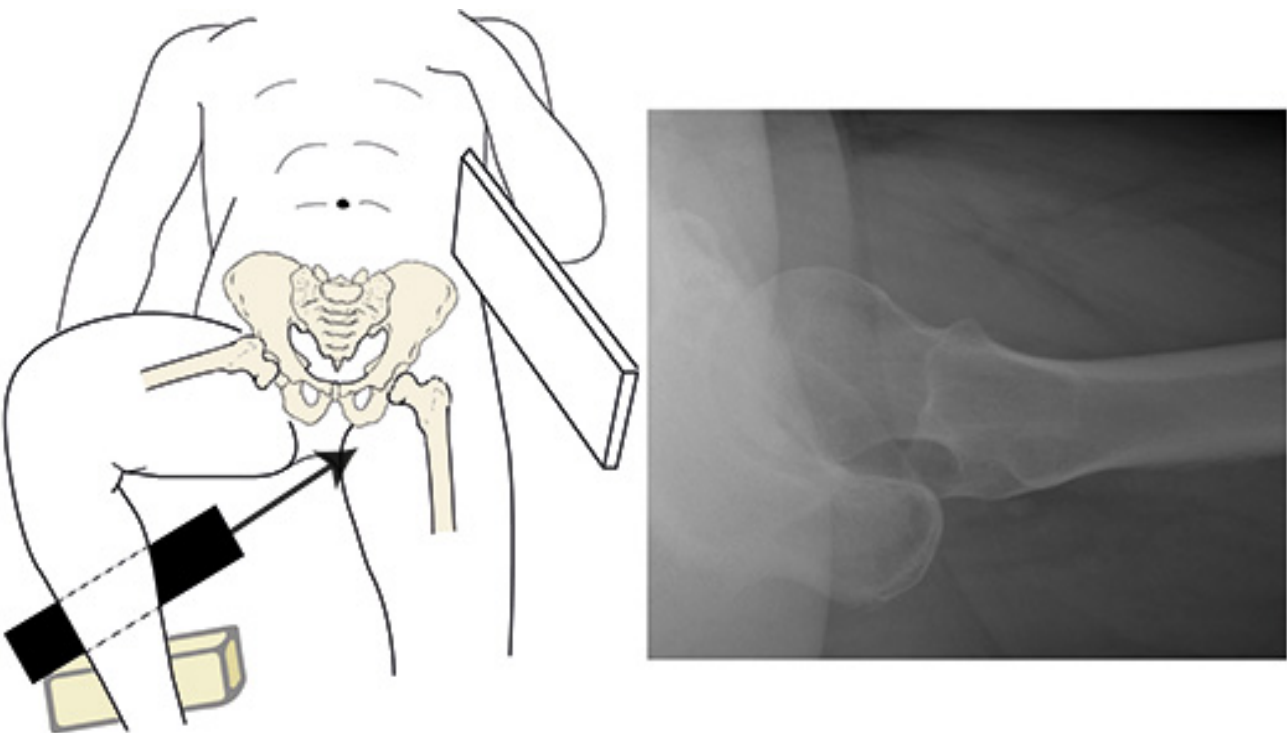
รูป 3 ภาพเอกซเรย์ Neck of Femur fracture ในท่า AP view (ซ้าย) และ Lateral cross table view (ขวา)

ที่มา <http://learningradiology.com/archives06/COW%202013-Hip%20fracture-intertrochanteric/hipfxtrochcorrect.htm>



รูป 4 การจัดทำเอกซเรย์ผู้ป่วยคอกระดูกต้นขาบริเวณสะโพกในท่า AP view

ที่มา [http:// startradiology.com/internships/orthopedics/hip/x-hip/](http://startradiology.com/internships/orthopedics/hip/x-hip/)



รูป 5 การจัดทำเอกซเรย์ผู้ป่วยคอกระดูกต้นขาบริเวณสะโพกในท่า Lateral cross table view

ที่มา [http:// startradiology.com/internships/orthopedics/hip/x-hip/](http://startradiology.com/internships/orthopedics/hip/x-hip/)



เคลื่อนไหวน้อยที่สุด มักถูกนำมาใช้กับผู้ป่วยอุบัติเหตุ โดยผู้ป่วยจะต้องนอนหงายตัวตรง อาจมีการอุปกรณ์ช่วยจัดทำคือ โฟมรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ารองส่วนของข้อสะโพกข้างที่บาดเจ็บให้ลอยสูงขึ้นจากเดิม เพื่อให้ส่วนที่ต้องการเอกซเรย์อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องไม่ตกฟิล์มหรือตัวรับภาพ แขนทั้งสองวางบนหน้าอกหรือชูขึ้นเหนือศีรษะ จากนั้นให้ด้านข้างของกระดูกข้อสะโพกที่บาดเจ็บชิดกับตัวรับภาพ โดยตัวรับภาพสามารถเป็นตัวรับภาพที่ wall stand หรือตัวรับภาพแบบพาพา (free detector) ก็ได้ มุมรับภาพอยู่ที่ประมาณ 20-45 ° เพื่อให้ตรงกับ the angle of the neck of femur (สังเกตได้จาก Hip ในท่า AP view) (รูป 5) เพื่อป้องกันการยัดหรือการย่อของกายวิภาคข้อสะโพกควรจัดให้ตัวรับภาพอยู่ในแนวอนที่เหนือกว่า iliac crest เพื่อให้สามารถถ่ายภาพ femoral neck ได้อย่างเพียงพอ หลังจากนั้นจัดทำให้ส่วนข้อสะโพกให้อยู่กึ่งกลางตัวรับภาพพอดี โดยตัวรับภาพต้องขนานกับลำของเอกซเรย์ที่จะถูกปล่อยออกมาจากหลอดเอกซเรย์ ในส่วนของขาอีกข้างนั้นจะต้องถูกยกลอยขึ้นให้พ้นแนวที่เราต้องการเอกซเรย์ หากผู้ป่วยไม่สามารถยกเองได้อาจต้องให้ผู้ช่วยนักรังสีการแพทย์ยกขาของผู้ป่วยขึ้น ซึ่งต้องป้องกันอันตรายจากรังสีให้แก่ผู้ช่วยนักรังสีการแพทย์ เช่น เสื้อตะกั่ว และ Thyroid shield และต้องแนะนำตำแหน่งของการจับ มุมองศาในการยกขา เพื่อให้ได้ตำแหน่งที่ดี โดยผู้ช่วยนักรังสีได้รับรังสีในปริมาณต่ำ ตามความจำเป็นด้วย

## สรุป

การเอกซเรย์ข้อกระดูกบริเวณสะโพกในผู้ป่วยอุบัติเหตุ นักรังสีการแพทย์จำเป็นต้องมีความระมัดระวังเป็นอย่างมากในการจัดทำเพื่อเอกซเรย์ผู้ป่วย จะต้อง

เคลื่อนไหวน้อยที่สุด เพื่อให้ไม่ทำให้ผู้ป่วยบาดเจ็บหรือมีแตกหักของกระดูกเพิ่มขึ้น ในการถ่ายเอกซเรย์ข้อกระดูกบริเวณสะโพกในผู้ป่วยอุบัติเหตุ นั้น แพทย์ผู้รักษาจะส่งตัวผู้ป่วยมาเอกซเรย์ใน 2 ภาพหลัก คือ Hip AP view และ Lateral cross table view ในการใช้เทคนิคการถ่าย lateral cross table มาช่วยเพื่อที่จะดูในส่วนข้อสะโพกด้านข้างหรือ neck of femur ได้โดยเคลื่อนไหวน้อยที่สุด ในทำนองนี้อาจมีการใช้อุปกรณ์เสริมคือ โฟมรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า นำมารองข้อสะโพกข้างที่บาดเจ็บให้ลอยขึ้นเพื่อให้ Femoral neck อยู่ในตำแหน่งที่พอดีและเหมาะสม รวมถึงอาจมีการใช้มนุษย์ช่วยในการจัดทำประคับประคองผู้ป่วย นักรังสีการแพทย์จะต้องดูแลด้านอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากรังสีและแนะนำการจัดทำให้กับผู้ช่วย เพื่อให้ได้ภาพรังสีที่มีคุณภาพ แพทย์สามารถวินิจฉัย และรักษาผู้ป่วยได้

## บรรณานุกรม

1. พนทกร พานิชกุล. อุบัติเหตุกับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพก. สืบค้นเมื่อ 25 มิถุนายน 2561, จาก <https://www.bangkokhospital.com/th/disease-treatment/accident-hip-replacement-surgery>
2. Ask Mayo Expert. Hip fracture. Rochester, Minn.: Mayo Foundation for Medical Education and Research; 2017.
3. Egol, KA . (2015). Femoral neck fractures. Retrieved June 30, 2018, from <https://coreem.net/core/femoral-neck-fractures/>

4. Foster KW. (2018). Hip fractures in adults. Retrieved July 02, 2018, from <https://uptodate.com/contents/search>.
5. Gorynski M. (2017). Femoral neck fractures. Retrieved June 26, 2018, from <https://coreem.net/core/femoral-neck-fractures/>
6. Lloyd-Jones G. (2016). Trauma X-ray - lower limb hip fracture. Retrieved June 26, 2018, from [https://radiologymasterclass.co.uk/tutorials/musculoskeletal/x-ray\\_trauma\\_lower\\_limb/hip\\_fracture\\_x-ray](https://radiologymasterclass.co.uk/tutorials/musculoskeletal/x-ray_trauma_lower_limb/hip_fracture_x-ray)
7. Murphy A. Hip (horizontal beam lateral view). Retrieved June 20, 2018, from <https://radiopaedia.org/articles/hip-horizontal-beam-lateral-view-1>
8. Plas AVD. (2017). X-hip. Retrieved June 20, 2018, from <http://startradiology.com/internships/orthopedics/hip/x-hip/>
9. Reeve J, et al. The fragile elderly hip: Mechanisms associated with age-related strength and toughness. *Bone*. 2014; 61:138.
10. Schnell S. (2010). The 1-Year mortality of patients treated in a hip fracture program for elders. Retrieved June 27, 2018, from <https://coreem.net/core/femoral-neck-fractures/>
11. Skinner HB, McMahon PJ. (2014). Current diagnosis & treatment in orthopedics. Retrieved June 27, 2018, from <https://coreem.net/core/femoral-neck-fractures/>
12. Young JW, Burgess AR, Brumback RJ. (1986). Pelvic fractures : value of plain radiography in early assessment and management. Retrieved June 20, 2018, from <https://radiopaedia.org/articles/hip-horizontal-beam-lateral-view-1>

## บทความปริทรรศน์

## การตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์หลอดเลือดแดงของไต สำหรับการปลูกถ่ายไตในผู้บริจาคไต CT Angiography for Renal Donors

วิชา	สิริเมธาชนิพนธ์	วท.บ.รังสีเทคนิค
วาที	คุ้มฉายา	วท.บ.รังสีเทคนิค
ไพรัตน์	มณี	วท.บ.รังสีเทคนิค

### บทคัดย่อ

CT Angiography Renal Donors เป็นการตรวจวินิจฉัยด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ในการประเมินผู้ที่จะบริจาคไตเพื่อใช้ในการปลูกถ่ายไต ซึ่งเป็นการผ่าตัดใหญ่ที่มีภาวะเสี่ยงสูง ก่อนทำการบริจาคไตจะต้องผ่านการคัดกรอง ตรวจวินิจฉัยจากแพทย์ก่อน เพื่อให้มั่นใจว่าผู้บริจาค สมบูรณ์แข็งแรง และสามารถดำเนินชีวิตได้ปกติต่อไปเมื่อเหลือไต 1 ข้าง และผู้รับบริจาคจะได้รับการปลูกถ่ายไตที่สมบูรณ์ดี ดังนั้นตรวจวินิจฉัยด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ชนิด Multi-Detector ในการตรวจเอกซเรย์หลอดเลือด การสร้างภาพ 3 มิติ ร่วมกับการวัดปริมาตรด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัย CT Angiography Renal Donors นี้ จึงเป็นความก้าวหน้าที่น่าประยุกต์ใช้ในการตรวจวินิจฉัยเพื่อใช้วางแผนในการผ่าตัดได้อย่างมีประสิทธิภาพความแม่นยำและรวดเร็ว

คำสำคัญ เอกซเรย์คอมพิวเตอร์ ผู้บริจาค ไต

## บทนำ

ปัจจุบัน มีผู้ป่วยโรคไตเป็นจำนวนมากขึ้น การรักษาด้วยวิธีปลูกถ่ายไต คือการบำบัดทดแทนไตในการรักษาภาวะไตวายเรื้อรัง ซึ่งเป็นวิธีที่ดีที่สุด นอกเหนือจากการฟอกเลือดและการล้างไตทางช่องท้อง ซึ่งผู้ป่วยที่ได้รับการปลูกถ่ายไตนั้นจะสามารถกลับไปมีคุณภาพชีวิตที่ดีได้ใกล้เคียงปกติมากที่สุดที่มาของไตที่ใช้ปลูกถ่าย มี 2 ทาง คือ ได้รับจากผู้มีชีวิตและได้รับจากผู้เสียชีวิต (เสียชีวิต)

สำหรับผู้บริจาคไต(จากผู้มีชีวิต ) ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1. มีอายุเท่ากับหรือมากกว่า 20 ปี และไม่ควรมีอายุเกิน 60 ปี เว้นแต่กรณีที่ผู้บริจาคมีการดูแลสุขภาพได้ดีมาก
2. ไม่มีภาวะความดันโลหิตสูงที่ควบคุมยาก
3. ไม่มีโรคเบาหวาน
4. ไม่มีประวัติเป็นโรคไตเรื้อรัง
5. มีค่าโปรตีนในปัสสาวะไม่เกิน 300 มิลลิกรัม ต่อ 24 ชั่วโมง
6. มีค่าอัตราการกรองของไตมากกว่า 80 มิลลิกรัม/นาที/1.73 ตารางเมตร
7. ไม่มีภาวะโรคอ้วนหรือ BMI มากกว่า 35
8. ไม่เจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรงทางอายุรกรรม
9. ไม่มีการติดเชื้อไวรัสตับอักเสบบี ตับอักเสบซี เอชไอวีที่รักษาไม่ได้
10. ต้องเป็นญาติโดยสายเลือดหรือคู่สมรสตามกฎหมายข้อบังคับแพทยสภา (จดทะเบียนสมรสอย่างน้อย 3 ปีหรือมีบุตรด้วยกันอย่างน้อย 1 คน)
11. ต้องไม่เป็นการซื้อขายอวัยวะ

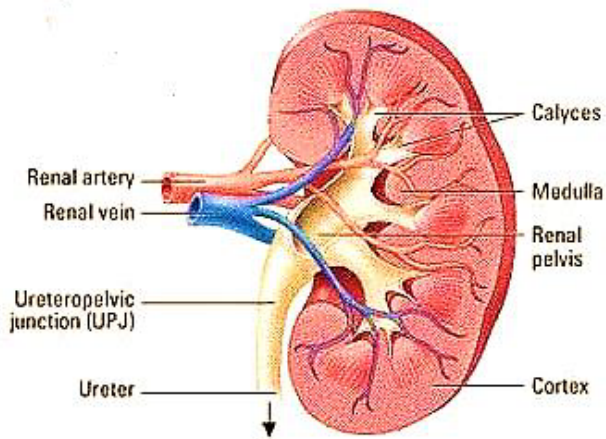
ก่อนการบริจาคไต ผู้บริจาคจะต้องผ่านการคัดกรองจากแพทย์ก่อน เพื่อให้มั่นใจว่าผู้ที่บริจาค แข็งแรงสมบูรณ์ โดยการตรวจวินิจฉัยด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ชนิด Multi-Detector ในการตรวจเอกซเรย์หลอดเลือด การสร้างภาพ 3 มิติ และการวัดปริมาตรของไต

การตรวจด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์มีข้อดีสำหรับการตรวจให้ผู้บริจาคไต เนื่องจาก สะดวกในการตรวจ ใช้เวลาน้อยกว่า และสามารถปริมาตรของไตได้ง่าย มีความคุ้มค่าและแม่นยำกว่า เครื่องการตรวจด้วยเครื่อง MRI จึงเหมาะกับการคัดกรองผู้ที่บริจาคไตเพื่อการปลูกถ่ายไต ช่วยให้การผ่าตัดมีความแม่นยำขึ้น

### กายวิภาคของไต

Renal artery นำเลือดเข้าสู่ไต และรับของเสียที่เกิดจากเมแทบอลิซึมของเซลล์ทั่วร่างกายโดยไต จะแบ่งเป็น 2 ชั้น คือ

1. ชั้น Cortex เนื้อเป็นเม็ดเล็ก ๆ เป็นกลุ่มของหลอดเลือดฝอยที่เรียกว่าglomerulus และ Bowman's capsule ทำหน้าที่เกี่ยวกับการกรองของเสียออกจากเลือดและท่อของหน่วยไตตอนต้นและตอนปลาย
2. ชั้นMedulla เป็นส่วนของหลอดเลือดเล็ก ๆ ถัดจากชั้น Cortex ประกอบด้วย renal pyramid และ renal papilla เข้าสู่ minor calyx หลาย ๆ อันรวมเป็น major calyx ไปบริเวณที่มีลักษณะเป็นกรวย renal pelvis ซึ่งเป็นรับและส่งน้ำปัสสาวะลงไป ureter แล้วลงสู่กระเพาะปัสสาวะ



รูป 1 กายวิภาคของไต

ที่มา [https://siamhealth.net/public\\_html/Disease/renal](https://siamhealth.net/public_html/Disease/renal)

/renal\_calculi.htm

### เทคนิคที่ใช้ในการตรวจ

การตรวจแนะนำให้ใช้เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วสูงและให้ภาพที่ละเอียด ตัวอย่างเช่น ยี่ห้อ GE รุ่น Revolution CT (256-slice) การตรวจมีขั้นตอนดังนี้

1. จัดท่าผู้ป่วยนอนคว่ำ ปลายเท้าเข้าหาเครื่อง
2. จัดให้ลำตัวตรงกลางเตียง
3. สแกนภาพ Scanogram ตั้งแต่ hepatic dome ถึง pubic symphysis แนว AP และ Lateral
4. สแกนภาพก่อนฉีดสารทึบรังสี (Pre contrast) โดยให้คลุมไตซึ่งเป็นอวัยวะส่วนสำคัญที่ต้องการ โดยปกติ ไตจะวางอยู่ในระดับกระดูกสันหลัง T12 – L3 กำหนดค่าพารามิเตอร์ของการสแกนเป็น kVp 120 และ 250 mA (hepatic dome ถึง pubic symphysis)
5. สแกน pre monitoring ที่ตำแหน่งหลอดเลือดแดงระดับ Aorta ของ Renal Artery
6. สแกน Bolus triggering โดยวาง ROI ที่ 150 HU
7. สแกน CTA ระหว่างที่ฉีดสีด้วยเทคนิค 120 kV

และ Smart mA 210-340 mA

8. หลังฉีดสารทึบรังสี 100 sec (nephrographic phase) สแกนจาก hepatic dome ถึง pubic symphysis

9. หลังฉีดสารทึบรังสี 10 min (excretory phase) สแกนจาก hepatic dome ถึง pubic symphysis

10. ในการสแกนทุกครั้งหายใจเข้ากลั้นใจ

11. การสร้างภาพ 2 มิติ Coronal และ Sagittal ทุก Phase

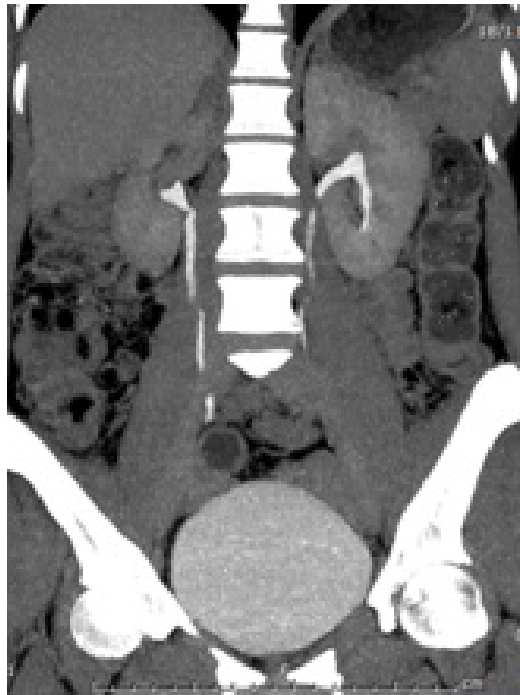
12. สร้างภาพ 3 มิติ เฉพาะ CTA และวาด Kidney Volume ทำภาพ coronal MIP เพิ่มใน excretory phase

### การแปลผล

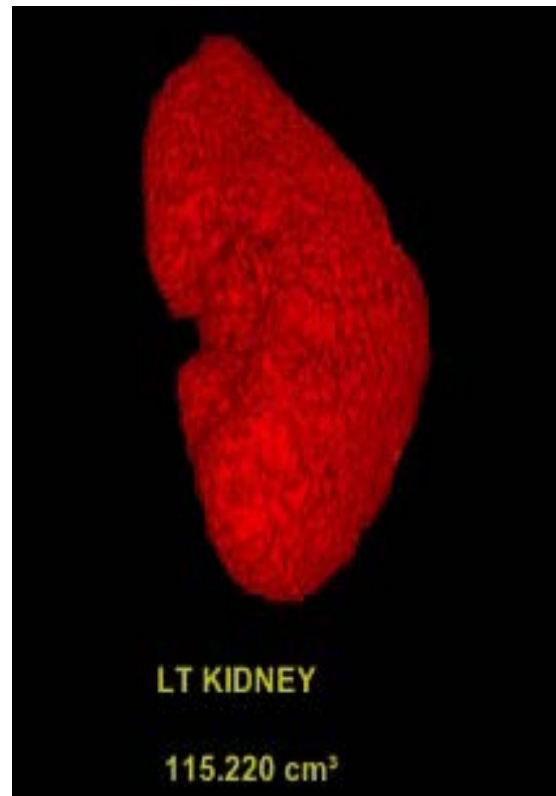
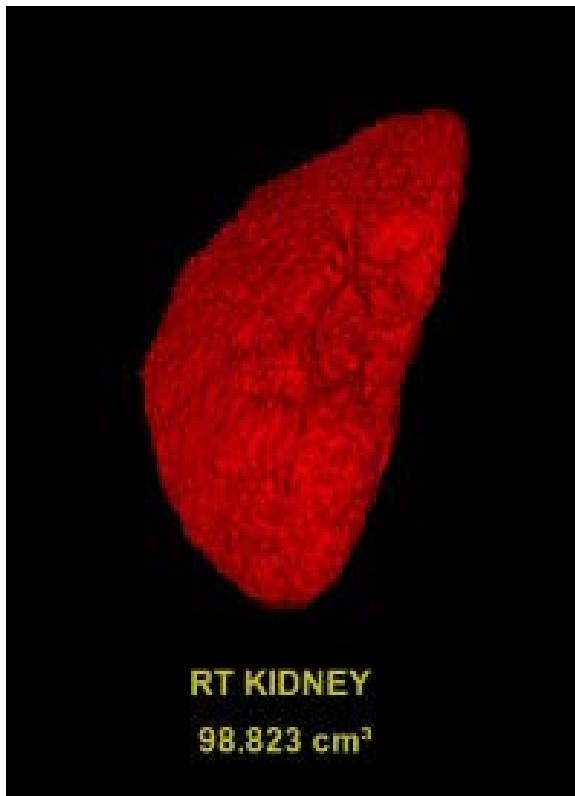
การแปลผลจากภาพถ่ายทางรังสีที่ได้จากการทำ CTA โดยใช้ภาพจากภาพ Axial ของ Pre-contrast, Artery-only phase (CTA), Nephrographic phase และ Excretory phase มาทำ MPR (Multi Planar Reconstruction) ในแนว Coronal Sagittal และทำ Coronal MIP ในภาพ excretory phase (รูป 2 ซ้าย) ที่สำคัญคือ Post-processing CTA หรือการสร้างภาพ 3 มิติ (Volume rendering) (รูป 2 ขวา) และวัดปริมาตรของไต (Kidney Volume) (รูป 3) โดยส่งเข้าระบบ PACs (PACs Workstation) เส้นเลือดสำคัญที่ควรได้เพื่อการแปลผลได้แก่ Renal Veins และ Renal Arteries ที่สำคัญคือ Hilar Artery, Polar Artery และ Capsular Artery รังสีแพทย์จะพิจารณาจากข้อมูลของภาพถ่ายทางรังสีของภาพ CTA วัดขนาดของเส้นเลือด วัดขนาดของไต และแปลผลปริมาตรของไต จากนั้นจะนำข้อมูลของภาพถ่ายทางรังสีที่ได้จากภาพทั้งหมดเพื่อช่วยในการวินิจฉัยยืนยันความปกติของไตและส่วนอื่นๆในช่องท้อง

**ตาราง 1 CT Angiography Protocol**

Protocol	Description
Oral Contrast	4 glasses of water, each glass every 15 min , last glass just before entering CT room
Rectal Contrast	as tolerate (use water)
Intravenous Contrast	Iodine conc. (mg/ml) 370 Volume (ml) 90-100 Flow rate (ml/s) 4 Saline flush (ml) 30 Saline flush Flow rate (ml/s) 4
Position	Prone
Scan Type	helical
Scan Sequences	scanogram (scout AP and lateral)  Axial, precontrast phase (from hepatic dome to pubic symphysis)  Axial, arterial-only phase, delayed use Smart Prep (ROI at aorta level of renal a.) (from hepatic dome to iliac crests)  axial, nephrographic phase, delayed 100 sec after start injection (from hepatic dome to pubic symphysis)  axial, excretory phase, delayed 10 min after start injection (from hepatic dome to pubic symphysis)
Scan Direction	superior to inferior
Respiration	breath in & hold breath
Thickness	1.25 mm (every phases)
Rotation Time	0.5 second
kVp	120
mA	250
Detector Coverage	80 mm
Pitch	0.992:1
DFOV	cover abdomen
Algorithm (Recon Type)	standard
Reconstruction	axial 5.0-7.0 mm (every phases), coronal and sagittal 2-D MPR (nephrographic phase)
Post-processing	axial, coronal and sagittal 2D MIP, 3-D recon for renal arteries (arterial-only phase)  Coronal MIP-simulating IVP (excretory phase)



รูป 2 Coronal MIP image เหมือนภาพ IVP ของ Excretory Phase Volume rendering image



รูป 3 Kidney Volume image ของ CTA Phase โดยภาพจะแสดงขนาดปริมาตรของไตร่วมด้วย

## สรุป

การตรวจทางรังสีโดยใช้กระบวนการตรวจด้วยวิธี CTA Renal Donors ด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ชนิด Multi-Detector เป็นวิธีแรกที่จะเลือกใช้สำหรับการตรวจวินิจฉัยผู้ที่บริจาคไต เพราะเป็นการตรวจที่มีประสิทธิภาพ ให้ผลถูกต้องแม่นยำ ใช้เวลาตรวจไม่นาน สามารถสร้างภาพได้หลายมิติ และวัดปริมาตรของไตได้ ทั้งนี้เทคนิคในการตรวจและการสร้างภาพต้องทำอย่างรอบคอบแม่นยำ โดยคำนึงถึงประโยชน์ของผู้รับบริการเป็นสิ่งสำคัญ ทั้งยังช่วยสนับสนุนให้รังสีแพทย์สรุปผลการตรวจได้แม่นยำ รวมไปถึงให้แพทย์ผู้ทำการผ่าตัดสามารถได้ผลการวินิจฉัยเพื่อนำไปใช้ในการผ่าตัดได้เป็นอย่างดีอีกด้วย

## บรรณานุกรม

1. นัฐสิทธิ์ ลาภบริสุทธิ. รู้ทันก่อนเปลี่ยนไต (Kidney). สืบค้นเมื่อ 22 มิถุนายน 2561, จาก <http://siphhospital.com/th/news/article/share/465>
2. พิมพ์ชนก จันทโชติกุล. (2560). วิธีดูแลผู้ป่วยที่ถูกต้องหลังผ่าตัดปลูกถ่ายไต. สืบค้นเมื่อ 22 มิถุนายน 2561, จาก <https://med.mahidol.ac.th/ramachannel/home/article/ผ่าตัดปลูกถ่ายไต>
3. Carmen S, Lluís P, Rafael S, et al. Multidetector CT of living renal donors: Lessons learned from surgeons. Retrieved June 20, 2018, from <https://pubs.rsna.org/doi/full/10.1148/rg.307105032>
4. Jee Won C, Whal L, JaeHyung P. CT angiography for living kidney donors: Accuracy, cause

of misinterpretation and prevalence of variation. Retrieved June 19, 2018, from <https://ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2627266/>

5. Kumar NU, Murth PVLN, Kumar W, et al. Evaluation of renal donors with helical CT angiography-our experience. Retrieved June 20, 2018, from <http://indianjurol.com/text.asp?2004/20/2/134/21529>

6. GE Healthcare.Revolution CT. Retrieved June 21, 2018, from <https://gehealthcare.com/products/computed-tomography/revolution-family/revolution-ct>

7. Siamhealth.นิ่วในไต Renal calculi. สืบค้นเมื่อ 22 มิถุนายน 2561, จาก [https://siamhealth.net/public\\_html/Disease/renal/renal\\_calculi.htm](https://siamhealth.net/public_html/Disease/renal/renal_calculi.htm)

8. Fivelife. ANATOMY คลังความรู้ของกายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของมนุษย์. สืบค้นเมื่อ 23 มิถุนายน 2561, จาก <https://anatomyfivelife.wordpress.com>



## บทความปริทรรศน์

# การถ่ายภาพผู้ป่วยภาวะบวมน้ำเหลืองด้วยเครื่องตรวจสนามแม่เหล็กความเข้มขั้นสูง

## Magnetic Resonance Imaging of Lymphangiography for Lymphedema

จินตนา อารีเอื้อ            วท.บ. รังสีเทคนิค  
สุวัฒน์ วัฒนอารมณ์ชัย    วท.บ. รังสีเทคนิค  
ภราดร ชุมเป็ย                วท.บ. รังสีเทคนิค

### บทคัดย่อ

การถ่ายภาพผู้ป่วยภาวะบวมน้ำเหลืองด้วยเครื่องตรวจสนามแม่เหล็กความเข้มขั้นสูง มีประสิทธิภาพในการบ่งบอกลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ โดยสามารถแยกแยะรายละเอียดของเนื้อเยื่อและแสดงขอบเขตของรอยโรคได้อย่างชัดเจน ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับศัลยแพทย์ในการวางแผนผ่าตัดแก้ไขภาวะบวมน้ำเหลืองของผู้ป่วยด้วยกล้องจุลทรรศน์ด้วยเทคนิค super microsurgery อีกทั้งการตรวจด้วยเครื่องตรวจสนามแม่เหล็กทำให้ผู้ป่วยลดการได้รับปริมาณรังสีจากการตรวจชนิดอื่น แม้ว่าผู้ป่วยจะได้รับความร้อนจากการสแกน แต่ก็อยู่ในปริมาณที่ร่างกายสามารถยอมรับได้ ในขณะที่อันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นจากสนามแม่เหล็กความเข้มขั้นสูงก็ได้รับการป้องกันเป็นอย่างดี เนื่องจากบุคลากรทางรังสีวิทยามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสนามแม่เหล็กความเข้มขั้นสูง วัสดุอุปกรณ์ที่สามารถใช้งานในการตรวจด้วยเครื่องตรวจสนามแม่เหล็ก ตลอดจนความปลอดภัยด้านการใช้เครื่องตรวจสนามแม่เหล็ก (MRI safety) อีกด้วย

**คำสำคัญ** ภาวะบวมน้ำเหลือง; MRL; Lymphangiography

## บทนำ

ภาวะบวมน้ำเหลือง (Lymphedema) คือ ภาวะที่น้ำเหลืองคั่งอยู่บริเวณชั้นใต้ผิวหนัง เนื่องจากทางเดินน้ำเหลืองเดิมได้รับความเสียหาย ซึ่งมีสาเหตุหลายประการ เช่น ความผิดปกติของยีนทำให้การเจริญของน้ำเหลืองผิดปกติ หรือระบบน้ำเหลืองได้รับผลกระทบจากอุบัติเหตุ การติดเชื้อ หรือการได้รับการฉายแสงเพื่อรักษามะเร็ง เป็นต้น

การรักษาผู้ป่วยที่มีภาวะบวมน้ำเหลืองสามารถทำได้ตั้งแต่ การดูแลตัวเอง การนวดด้วยเครื่องอัดลม การขันชะเนาะลดบวม และการผ่าตัดด้วยเทคนิค super microsurgery

การตรวจวินิจฉัยจึงมีความสำคัญในแง่ของการประเมินภาวะบวมน้ำเหลืองรวมถึงการวางแผนการรักษา เช่น การตรวจด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (Computed tomography-CT) เพื่อดูกายวิภาคของระบบน้ำเหลือง หรือการตรวจทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ด้วยสารเภสัชรังสี (Isotopic lymphoscintigraphy) เพื่อประเมินการไหลเวียนของระบบน้ำเหลือง

อย่างไรก็ตาม การถ่ายภาพด้วยเครื่องตรวจสนามแม่เหล็ก (MRI Lymphangiography-MRL) เริ่มเข้ามามีบทบาทในด้านการตรวจวินิจฉัย โดยมีข้อได้เปรียบเนื่องจากการตรวจที่ไม่ใช้รังสี ทำให้ผู้ป่วยปลอดภัยจากรังสี และแสดงลักษณะทางกายวิภาคได้เป็นอย่างดี สามารถบอกความแตกต่างระหว่างไขมันและน้ำเหลือง ทำให้แพทย์วินิจฉัยแยกโรคได้ง่ายขึ้น รวมถึงแสดงตำแหน่งของระบบไหลเวียนน้ำเหลืองได้ชัดเจนอีกด้วย

## เทคนิคการถ่ายภาพด้วยเครื่องตรวจสนามแม่เหล็ก (MRI Technique for Lymphangiography)

เทคนิคในการถ่ายภาพผู้ป่วยภาวะบวมน้ำเหลืองด้วยเครื่องตรวจสนามแม่เหล็กนั้น จะมีความแตกต่างกันไปตามความแตกต่างกันของเครื่อง MRI และส่วนที่ตรวจดังนี้

### เครื่องตรวจสนามแม่เหล็ก (MRI Equipment)

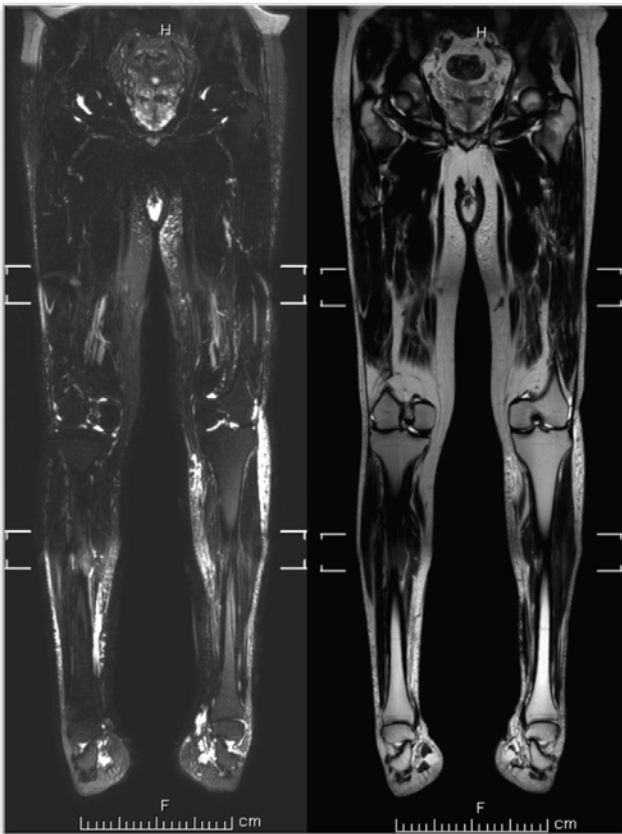
เครื่องตรวจสนามแม่เหล็กที่ใช้คือ เครื่อง Philips Ingenia 3.0 Tesla MRI และอุปกรณ์รับสัญญาณแบบแผ่นยาวขนาด 32 ช่องสัญญาณ (Flex coverage anterior coils-Torso coil)

### การจัดท่าผู้ป่วย (Patient positioning)

สิ่งสำคัญสำหรับการจัดท่าผู้ป่วยในการตรวจคือ การให้ข้อมูลและสร้างความเข้าใจกับผู้ป่วย เพื่อให้ผู้ป่วยร่วมมือในการตรวจได้อย่างเต็มที่ โดยการจัดท่าสำหรับการตรวจจะแบ่งตามส่วนตรวจ ดังต่อไปนี้

1. รยางค์ส่วนล่าง (Lower Limb) จัดให้ผู้ป่วยอยู่ในท่านอนหงาย หันปลายเท้าเข้าสู่อุโมงค์แม่เหล็ก ยึดตรึงบริเวณเท้าผู้ป่วยไม่ให้ขยับได้ รองบริเวณใต้เท้าเพื่อรองรับน้ำหนักของข้อเท้าและป้องกันไม่ให้ผู้ป่วยยึดหรือเหยียดเท้าไปจากตำแหน่งเดิม

2. รยางค์ส่วนบน (Upper Limb) จัดให้ผู้ป่วยอยู่ในท่านอนคว่ำ หันศีรษะเข้าสู่อุโมงค์แม่เหล็ก มือทั้งสองข้างเหยียดตรงเหนือศีรษะในท่าคว่ำมือโดยนิ้วโป้งทั้งสองไม่ชิดติดกัน และยึดตรึงบริเวณมือไม่ให้ผู้ป่วยขยับได้ รองบริเวณท่อนแขนเพื่อรับน้ำหนักแขนป้องกันไม่ให้ผู้ป่วยขยับหรือยึดเหยียดไปจากเดิม พร้อมทั้งรองบริเวณศีรษะให้สูงขึ้นจากพื้นเล็กน้อยเพื่อให้ผู้ป่วยสามารถหายใจได้สะดวก



รูปที่ 1 ภาพหน้าตรงของรยางค์ส่วนล่างที่ได้จากการตรวจคลื่นแม่เหล็กซึ่งแสดงถึงลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของเนื้อเยื่อที่ชัดเจน

ที่มา: ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล



รูป 2 การจัดทำผู้ป่วยในการตรวจรยางค์ส่วนล่าง



รูป 3 การจัดทำผู้ป่วยในการตรวจรยางค์ส่วนบน

**การเจาะเข็มและการบริหารสารเหนียวนำแม่เหล็ก (Needle insertion and Gd-contrast agent administration)**

ใช้เข็มเบอร์ 25-27 G เจาะเข้าไปที่ชั้นใต้ผิวหนัง (subcutaneous injection) โดยให้ปลายเข็มอยู่ที่บริเวณง่ามนิ้วมือหรือนิ้วเท้าทั้ง 4 แล้วให้สารเหนียวนำแม่เหล็ก gadobutrol หรือ gadovist ซึ่งมีความเข้มข้น 1.0 mmol/ml จำนวนประมาณ 1-2 มิลลิลิตร (ตามเกณฑ์มาตรฐาน คือ 0.1 mmol ต่อน้ำหนักตัวของผู้ป่วย) ในแต่ละง่ามนิ้วมือหรือนิ้วเท้านั้นๆ พร้อมทั้งให้ยาชาเฉพาะที่เพื่อบรรเทาอาการปวด



รูป 4 ตำแหน่งเจาะเข็มบริเวณง่ามนิ้วมือและง่ามนิ้วเท้า (ซ้าย) และสารเหนียวนำแม่เหล็ก (ขวา)

## พารามิเตอร์และลำดับการสแกนที่ใช้ในการตรวจ (MRI parameter and sequences)

การสแกนจะประกอบไปด้วยเทคนิค แบบ T2-weighted turbo spin-echo และ heavily T2-weighted with a fat-saturation เพื่อประเมินว่าภาวะบวมน้ำเหลืองนั้นมีขอบเขตและการแพร่กระจายไปมากน้อยเพียงใด และเทคนิค modified Dixon three-dimensional (3D) T1-weighted fast field echo technique (mDixon-3D-FFE) เพื่อดูระบบน้ำเหลือง

1. การสแกนจะแบ่งส่วนออกเป็น 3-4 ส่วน สำหรับการตรวจบริเวณร่างกายส่วนล่างตั้งแต่สะโพกไปจนถึงปลายเท้า และแบ่งเป็น 2-3 ส่วนสำหรับการตรวจบริเวณร่างกายส่วนบนตั้งแต่ส่วนอกหรือหัวไหล่ไปจนถึงปลายนิ้ว เช่น ร่างกายส่วนล่างอาจแบ่งได้เป็น เท้า-ข้อเท้า-น่อง, น่อง-ข้อเข่า, ต้นขา-ข้อสะโพก และร่างกายส่วนบนอาจแบ่งได้เป็น มือ-ข้อมือ-ปลายแขน, ข้อศอก-ต้นแขน-หัวไหล่ เป็นต้น

2. ลำดับการตรวจจะเริ่มต้นด้วยการสแกนก่อนการฉีดสารทึบยว่นาแม่เหล็ก จากนั้นเลื่อนผู้ป่วยออกมายังปลายอุโมงค์เครื่องตรวจเพื่อฉีดสารทึบยว่นาแม่เหล็กบริเวณง่ามนิ้วมือหรือนิ้วเท้าแล้วเลื่อนผู้ป่วยกลับเข้าไปสแกนด้วยเทคนิค mDixon แบบต่อเนื่องตามเวลาที่กำหนด โดยรายละเอียดมีดังต่อไปนี้

2.1 การสแกนแบบไม่ฉีดสารทึบยว่นาแม่เหล็ก (Non-gadolinium sequences) ได้แก่ การสแกนในแนวด้านหน้า (coronal-COR) ด้วยเทคนิค T2-weighted TSE และ heavily T2-weighted with a fat-saturation เพื่อดูขอบเขตและการกระจายตัวของภาวะบวมน้ำเหลือง

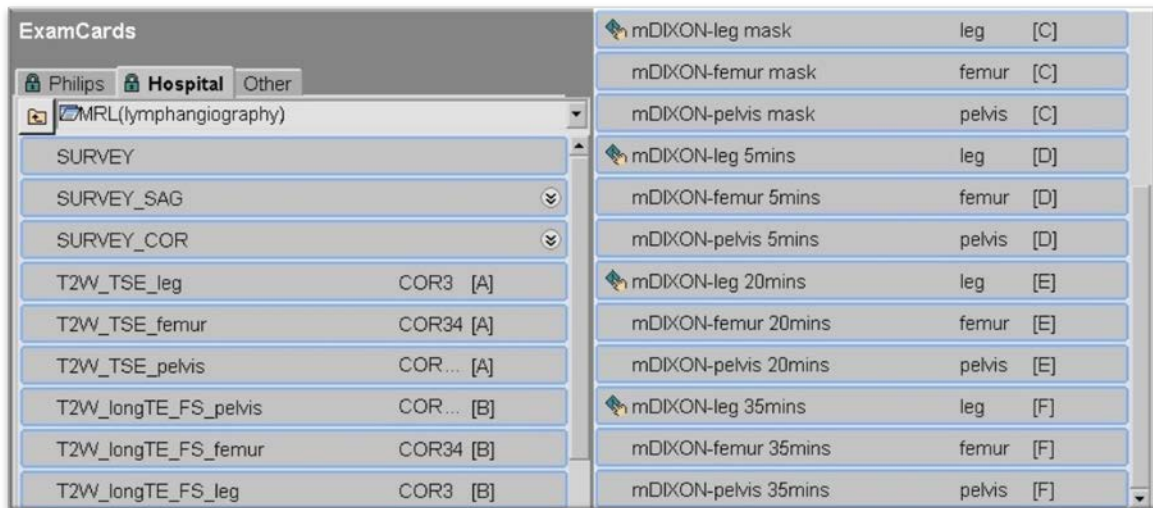
2.2 การสแกนเพื่อเตรียมฉีดสารทึบยว่นาแม่เหล็ก (Pre-gadolinium sequences) ได้แก่ การสแกนในแนวด้านหน้า (coronal-COR) ด้วยเทคนิค T1-weighted mDixon-3D-FFE สำหรับใช้เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างกับการสแกนหลังฉีดสารทึบยว่นาแม่เหล็ก (Contrast sensitivity) และการนำภาพที่ได้มาซ้อนทับกันเพื่อเพิ่มความชัดเจนของภาพ (Subtraction images)

2.3 การฉีดสารทึบยว่นาแม่เหล็กให้แก่ผู้ป่วย

i. เลื่อนผู้ป่วยให้ตำแหน่งปลายมือหรือปลายเท้าพ้นออกมาจากอุโมงค์แม่เหล็กเพียงพอที่จะให้รังสีแพทย์ฉีดสารทึบยว่นาแม่เหล็กตามตำแหน่งที่ง่ามนิ้วมือหรือนิ้วเท้า โดยเน้นย้ำกับผู้ป่วยไม่ให้ผู้ป่วยขยับตัว

ii. รังสีแพทย์ 2 ท่านฉีดสารทึบยว่นาแม่เหล็กพร้อมกันจากแขนหรือขาทั้ง 2 ข้าง โดยใช้เข็มเบอร์ 27 G

2.4 การสแกนหลังฉีดสารทึบยว่นาแม่เหล็ก (Dynamic Contrast Enhance) ได้แก่ การสแกนซ้ำตำแหน่งเดียวกันในแนวด้านหน้า (coronal-COR) ด้วยเทคนิค T1-weighted mDixon-3D-FFE เช่นเดียวกับข้อ 2.2 โดยสแกนตามเวลาที่กำหนด คือ 5 นาที, 20 นาที และ 35 นาที หรือตามที่รังสีแพทย์กำหนดตามความจำเป็นในการวินิจฉัยโรค



รูป 5 ลำดับการสแกนในรายการตรวจ (ExamCards) โดย [A], [B], [C]... จะเป็นชุดของการสแกนแต่ละเทคนิค  
 ที่มา: ห้องตรวจ MRI ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

ตาราง 1 พารามิเตอร์ที่ใช้ในแต่ละลำดับการตรวจ

ลำดับการสแกน	TR	TE	FA (°)	FOV (mm)	Matrix	NSA
T2-weighted turbo spin-echo	4086	130	90	400x400	364x330	1
heavily T2-weighted with a fat-saturation	6894	220	90	400x400	268x200	1
ลำดับการสแกน	TR/TE1/TE2	FA (°)	FOV (mm)	Matrix	NSA	
COR T1-weighted mDixon 3D fast field echo	4.2/1.46/2.7	10	400x400	348x348	1	

\*\*\*TR = repetition time, TE = echo time, FA = flip angle, FOV = field of view, NSA = number of excitations.



รูป 6 ตัวอย่างภาพแสดงพื้นผิวแบบสามมิติ (ด้านบนซ้าย) ภาพซ้อนทับกัน (ด้านบนขวา) การบันทึกภาพโดยระบรูรอยโรค (ล่าง)

ที่มา: ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

### Post processing images

เราสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการสแกน มาเข้ากระบวนการสร้างภาพซ้อนทับกัน (Subtraction images) สร้างภาพหลายระนาบ (Multiplanar reconstruction) สร้างภาพที่มีความเข้มสูงสุด (Maximum intensity projection-MIP) สร้างภาพแสดงพื้นผิวแบบสามมิติ (3D Surface imaging) รวมถึงการบันทึกภาพโดยระบุตำแหน่งของรอยโรค (Pointer and Image capture)

### ข้อห้ามสำหรับการตรวจด้วยเครื่องสนามแม่เหล็กความเข้มขั้นสูง (MRI Contraindications)

การตรวจด้วยเครื่องสนามแม่เหล็กความเข้มขั้นสูง มีข้อห้ามที่สำคัญ คือ

1. ผู้ป่วยที่ใส่วัสดุเทียมที่มีส่วนประกอบของระบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งอาจจะเสียหายได้เมื่อเข้าสู่สนามแม่เหล็กความเข้มขั้นสูง เช่น ผู้ป่วยที่ใส่ประสาทหูเทียม (cochlear implant) หรือ ผู้ป่วยที่ใส่เครื่องกระตุ้นไฟฟ้าหัวใจ (cardiac pacemaker) เป็นต้น
2. ผู้ป่วยที่เคยได้รับสิ่งแปลกปลอมที่มีส่วนประกอบของโลหะเข้าสู่ร่างกาย (metallic foreign body) เมื่อได้รับการตรวจจะทำให้วัสดุดังกล่าวเคลื่อนที่และเป็นอันตรายต่อร่างกาย เช่น เศษโลหะกระเด็นเข้าตา กระสุนปืน หรือคลิปหนีบหลอดเลือด (aneurysm clip/vascular clip) เป็นต้น
3. ผู้ป่วยที่ได้รับการใส่วัสดุเทียมที่เป็นโลหะ (metallic devices) ที่อาจทำให้เกิดความร้อนในร่างกาย ผู้ป่วยและส่งผลต่อคุณภาพของภาพ เช่น ข้อสะโพกเทียม ข้อเข่าเทียม ลวดเย็บแผลผ่าตัด เป็นต้น

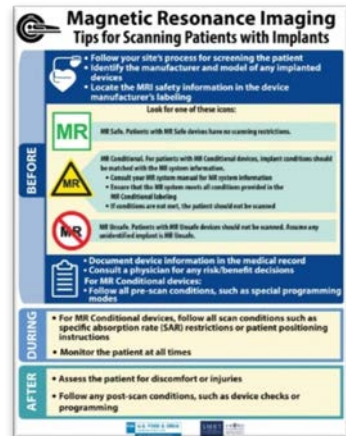
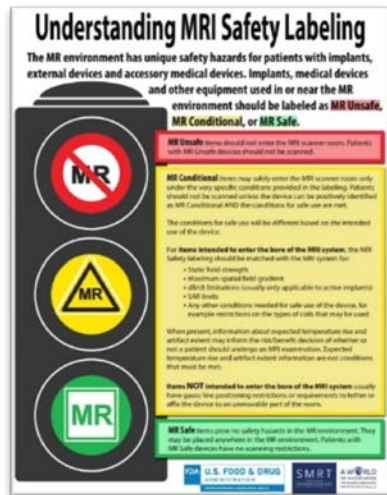
4. ข้อห้ามอื่นๆ เช่น ผู้ป่วยที่เป็นโรคกลัวที่แคบ (claustrophobia) ผู้ป่วยที่มีรอยสักหรือใช้เครื่องสำอางบางชนิดที่อาจมีส่วนผสมของออกไซด์ของโลหะ รวมทั้งผู้ป่วยตั้งครรภ์และหลังคลอดบุตร

### มุมมองด้านความปลอดภัยในการตรวจด้วยสนามแม่เหล็ก (MRI safety aspects)

นักรังสีการแพทย์มีความรับผิดชอบโดยตรงในการตรวจสอบและดูแลความปลอดภัยของผู้ป่วย แพทย์และบุคลากรที่เกี่ยวข้อง ที่มีความเสี่ยงที่จะได้รับอันตรายจากการใช้สนามแม่เหล็กความเข้มสูงในการตรวจวินิจฉัย ดังนี้

1. นักรังสีการแพทย์พึงระวังผู้ป่วย แพทย์ พยาบาล และบุคลากรที่เกี่ยวข้อง ให้ถอดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และสิ่งของที่มีส่วนประกอบของโลหะออกให้หมดก่อนเข้าห้องตรวจสนามแม่เหล็ก
2. นักรังสีการแพทย์ต้องจัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ทางการแพทย์ทุกชิ้นจะต้องแยกออกเป็นหมวดหมู่ และติดฉลากสัญลักษณ์ที่แสดงให้เห็นว่าปลอดภัยสามารถเข้าห้องตรวจสนามแม่เหล็กได้
3. นักรังสีการแพทย์ต้องทำการปิดประตูห้องตรวจสนามแม่เหล็กทุกครั้ง เพื่อป้องกันบุคคลที่ไม่พึงประสงค์เข้าไปในห้องพร้อมกับอุปกรณ์โลหะที่เป็นอันตราย เช่น แม่บ้าน เจ้าหน้าที่นำส่ง หรือพนักงานขนส่ง เป็นต้น
4. นักรังสีการแพทย์ต้องให้ผู้ป่วยและญาติหรือเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องใส่ที่อุดหู (ear plug) หรือที่ครอบศีรษะ (head phone) ทุกครั้ง เมื่อต้องเข้าไปอยู่ในห้องตรวจสนามแม่เหล็กขณะที่เครื่องกำลังทำงาน เนื่องจากเสียงดังที่เกิดจากสนามแม่เหล็กกระเด็นที่

(Gradient magnetic field) ที่สูงเกินกว่า 126 dB ซึ่งเป็นอันตรายต่อการได้ยิน



รูปที่ 7 ป้ายเตือนที่ติดหน้าห้องตรวจสนามแม่เหล็กความเข้มสูง (ซ้ายและกลาง) และป้ายเตือนที่ติดบริเวณรถเก็บอุปกรณ์ (ขวา)

ที่มา: ห้องตรวจ MRI ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

รูปที่ 8 ป้ายเตือนสำหรับแสดงความปลอดภัยของอุปกรณ์ (ซ้าย) ข้อพึงระวังก่อนการให้ตรวจผู้ป่วย (กลาง) และข้อพึงระวังสำหรับความปลอดภัยของผู้ป่วยที่เกี่ยวข้องกับการไหม้ที่ผิวหนัง (ขวา) ที่ออกโดย FDA ของสหรัฐ

ที่มา: <https://www.fda.gov/radiation-emitting-products/mri-magnetic-resonance-imaging/mri-safety-posters>





Imaging. 201; 21(1): 15-7. doi: 10.4103/0971-3026.76047.

6. Dill T. Contraindications to magnetic resonance. ImagingHeart. 2008; 94:943-8. doi: 10.1136/hrt.2007.125039