

# การตรวจไตและทางเดินปัสสาวะทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ในทางคลินิก

รศ.ดร. ประภท ว.อ., อ.อ.

งานเวชศาสตร์นิวเคลียร์ โรงพยาบาลราชวิถี แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400

## Clinical Genitourinary System Imaging in Nuclear Medicine

Department of Nuclear Medicine, Rajavithi Hospital, Thung Phayathai, Ratchathewi, Bangkok, 10400  
Taerakul T

(E-mail: Tarit\_big@yahoo.com)

(Received: August 24, 2018; Revised: November 28, 2018; Accepted: March 6, 2019)

การตรวจสแกนไตทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ในปัจจุบันมีบทบาทในส่วนของ การตรวจประเมินการทำงาน (function) ของไตมากกว่าการตรวจความผิดปกติทางกายวิภาค (anatomy) เนื่องจากความแพร่หลายในการใช้เครื่องอัลตราซาวด์ (ultrasound) และเครื่องซีทีสแกน (CT scan) ในการตรวจลักษณะความผิดปกติทางกายภาพของไต การตรวจไตทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์มีข้อบ่งชี้ในผู้ป่วยที่มีประวัติแพ้สารทึบรังสี การทำงานของไตที่ผิดปกติจนไม่สามารถตรวจด้วยเครื่องซีทีสแกน การตรวจเพื่อประเมินเลือดที่ไปเลี้ยงไต (renal blood flow) การประเมินการทำงานเชิงปริมาณ (quantitative) ทั้งของไตปกติในแต่ละข้าง (native kidneys) และไตที่ได้รับการปลูกถ่าย (transplanted kidneys) นอกจากนี้ การตรวจทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์สามารถประเมินการทำงานของไตได้หลายแบบขึ้นอยู่กับสารเภสัชรังสีที่เลือกใช้ โดยมีประโยชน์ในการประเมินการอุดตันบริเวณท่อไต (ureter) หรือบริเวณช่องเชิงกราน (renal pelvis) การตรวจการไหลย้อนของปัสสาวะสู่ท่อไต (vesicoureteral reflux) การตรวจในผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่สงสัยว่ามีสาเหตุจากการตีบของหลอดเลือดของไต (renovascular hypertension) เป็นต้น<sup>1</sup>

### สารเภสัชรังสี (Radiopharmaceuticals)

#### 1. สารเภสัชรังสีที่ถูกกรองผ่านโกลเมอรูลัส (glomerular filtration agent)

Technetium-99m diethylenetriamine pentaacetic acid (Tc-99m DTPA) เป็นสารเภสัชรังสีที่นิยมใช้มากที่สุดใน การประเมินการทำงานของโกลเมอรูลัส เนื่องจากสาร DTPA เกือบทั้งหมดสามารถถูกกรองโดยโกลเมอรูลัส (simple exchange or diffusion) จึงสามารถนำมาคำนวณหาค่า glomerular filtration rate (GFR) ได้ ซึ่งมีค่าปกติประมาณ 125 มิลลิลิตรต่อนาที Tc-99m DTPA เป็นสารเภสัชรังสีที่ราคาไม่แพงและสามารถใช้ตรวจทดแทนการตรวจไตทางรังสีวินิจฉัยกรณีที่มีผู้ป่วยแพ้สารทึบรังสีหรือไม่สามารถตรวจด้วยเครื่องอัลตราซาวด์หรือเอ็มอาร์ไอได้ อย่างไรก็ตาม Tc-99m DTPA อาจไม่เหมาะในผู้ป่วยที่มีภาวะการอุดตันทางเดินปัสสาวะ (urinary tract obstruction) หรือมีการทำงานของไตลดลงมาก (impaired renal function) เนื่องจากเป็นสารที่ถูกกรองผ่านโกลเมอรูลัสแต่ละครั้งคิดเป็นสัดส่วน (extraction fraction) เพียงร้อยละ 20 นอกนั้นจะถูกขับออกทางปัสสาวะภายใน 4 ชั่วโมง

#### 2. สารเภสัชรังสีที่ถูกขับออกที่ท่อหน่วยไต (tubular secretion agent)

2.1 Technetium-99m mercaptoacetyl triglycine (Tc-99m MAG3) เป็นสารเภสัชรังสีที่นิยมใช้ที่สุดในการตรวจไตทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์<sup>2</sup> เนื่องจากสารนี้จะจับกับโปรตีนในเลือดมากกว่าร้อยละ 95 จึงถูกขับที่บริเวณท่อของหน่วยไตส่วนต้น (renal proximal tubules) เป็นหลักและจากการที่สาร MAG3 สามารถถูกขับออกจากไตได้มากกว่า DTPA ถึง 2 เท่า<sup>3</sup> ทำให้การเลือกใช้ Tc-99m MAG3 จะให้ภาพสแกนที่ชัดเจนกว่า Tc-99m DTPA โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผู้ป่วยที่มีภาวะการอุดตันทางเดินปัสสาวะหรือมีการทำงานของไตลดลง สาร MAG3 ยังสามารถใช้ในคำนวณค่า effective renal plasma flow (ERPF) ได้อีกด้วย

2.2 Iodine-131 Orthoiodohippurate (I-131 OIH) เป็นสารเภสัชรังสีที่ใช้ในการตรวจการทำงานของไตมาเป็นเวลานานก่อนที่จะปัจจุบันจะนิยมใช้ Tc-99m MAG3 แทน สาร I-131 OIH ถูกขับออกที่ท่อหน่วยไตร้อยละ 80 และถูกกรองผ่านโกลเมอรูลัสอีกร้อยละ 20 โดยสารนี้มีระดับในการถูกขับออกสูง (high first pass extraction) ถึงร้อยละ 85 จึงเหมาะกับการตรวจผู้ป่วยที่มีค่าการทำงานของไตต่ำ (azotemia)

นอกจากสารเภสัชรังสีดังกล่าวข้างต้น ยังมีชนิดอื่นๆ ที่จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ได้แก่ H-2 หรือ C-14 paraaminohippurate, I-125 หรือ I-131 iodopyracet, I-125 หรือ I-123 OIH และ Tc-99m Ethylene-l-dicycysteine

#### 3. สารเภสัชรังสีที่จับบริเวณท่อหน่วยไตเพื่อการประเมินไตชั้นนอก (renal cortical agent)

Tc-99m dimercaptosuccinic acid (DMSA) เป็นสารเภสัชรังสีที่นิยมใช้ในการตรวจสแกนเนื้อเยื่อของไต (renal parenchyma) ทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ โดยร้อยละ 40 ของปริมาณสาร DMSA จะเข้าไปเกาะติดที่บริเวณท่อหน่วยไตส่วนต้น (sulfhydryl group in the proximal renal tubules) เป็นเวลานานประมาณ 6 ชั่วโมง ซึ่งเพียงพอที่จะสามารถถ่ายภาพกายวิภาคของเนื้อไตชั้นนอก (renal cortex) ได้อย่างชัดเจน หลังจากนั้นจะถูกขับออกจากร่างกายอย่างช้าๆ ดังนั้น ไตของผู้ป่วยจะได้รับปริมาณรังสีที่มากกว่าการตรวจไตโดยใช้สารเภสัชรังสีชนิดอื่นๆ และในผู้ป่วยที่มีการทำงานของไตต่ำ อาจต้องใช้เวลารอการถ่ายภาพนานถึง 3 ชั่วโมง เพื่อให้ได้ภาพที่ชัดเจนขึ้น (high kidney-to-background ratio) เนื่องจากยังมีการขับสารนี้ออกจากร่างกายช้าลง ข้อเสียอีกอย่างหนึ่งของ Tc-99m DMSA คือ มีอายุการใช้งานสั้นเพียง 4 ชั่วโมงหลังจากเตรียมยาแล้ว (short shelf-life) จึงไม่สามารถเก็บสารเภสัชรังสีไว้ได้นาน

### การประยุกต์ใช้ทางคลินิก (Clinical applications)

#### 1. ภาวะการอุดตันทางเดินปัสสาวะ (obstructive uropathy)

การวินิจฉัยภาวะการอุดตันทางเดินปัสสาวะร่วมกับการประเมินการทำงานของไตเป็นข้อบ่งชี้โดยทั่วไปในการตรวจไตทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ การตรวจทางรังสีวินิจฉัย เช่น อัลตราซาวด์ใช้ในการประเมินลักษณะทางกายวิภาคในขณะที่การตรวจทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์จะใช้ในการประเมินการทำงานอย่างต่อเนื่อง (urodynamics) โดยภาวะที่มีการอุดตันทางเดินปัสสาวะอย่างเฉียบพลันและรุนแรง (acute high-grade obstruction) ภาพถ่ายสแกนจะแสดงให้เห็นการลดลงของปริมาณเลือดที่ไปสู่ไต (renal perfusion) กราฟของไตจะพบว่ามี ความชันในช่วงการขับสารเภสัชรังสีสูงขึ้นเรื่อยๆ โดยไม่มีการลดต่ำลง ส่วนภาวะที่มีการอุดตันทางเดินปัสสาวะเรื้อรัง อาจไม่พบว่ามีเลือดเข้าสู่ไตและไม่มีการกรองสารเภสัชรังสีในภาพสแกนเลย (no renal perfusion)

and function) ทำให้เห็นกราฟของไตเป็นลักษณะแบนราบ (uniformly flattened)

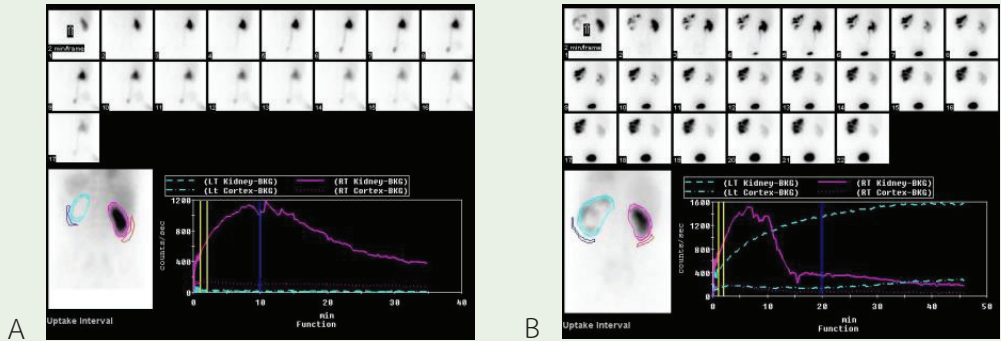
เนื่องจากภาพสแกนไตโดยทั่วไปไม่สามารถแยกสาเหตุการโป่งพองของกรวยไต (hydronephrosis) ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการอุดตันทางเดินปัสสาวะ (obstructive causes) ออกจากสาเหตุอื่นๆ ที่ไม่ใช่จากการอุดตันทางเดินปัสสาวะได้ (non-obstructive causes) ดังนั้น จึงมีการตรวจที่ใช้ยาขับปัสสาวะร่วมด้วย (diuretic renography) เป็นวิธีตรวจที่ใช้วินิจฉัยภาวะที่เกิดจากการอุดตันทางเดินปัสสาวะได้

Diuretic renography เป็นวิธีการตรวจวินิจฉัยที่สำคัญทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ในการแยกภาวะการอุดตันทางเดินปัสสาวะออกจากสาเหตุอื่นๆ ที่ทำให้เกิดการโป่งพองของกรวยไตหรือท่อไต (hydronephrosis or hydroureter) เช่น vesicoureteral reflux, urinary tract infection, congenital malformations, functional ureteropelvic disorders, noncompliant bladder หรือมีการอุดตันทางเดินปัสสาวะมาก่อนหน้านี้

ในผู้ป่วยที่แม้จะไม่มีอาการอุดตันทางเดินปัสสาวะ อาจมีปัสสาวะค่อยๆ เข้าไปเต็มอยู่ในทางเดินปัสสาวะที่โป่งพองแต่ไม่มีแรงดันเพียงพอที่จะเปิด ureteropelvic junction ได้ ทำให้ปัสสาวะไม่สามารถไหลลงสู่กระเพาะปัสสาวะได้ ดังนั้นการเพิ่มการไหลของปัสสาวะโดยใช้ยาขับปัสสาวะ เช่น

Furosemide ส่งผลให้เพิ่มแรงดันในทางเดินปัสสาวะในกรณีที่ไม่มีการอุดตันปัสสาวะจึงไหลลงสู่กระเพาะปัสสาวะได้ แต่ในรายที่มีการอุดตันทางเดินปัสสาวะก็มักยังไม่มีแรงดันเพิ่มเพียงพอที่จะทำให้ปัสสาวะไหลลงสู่กระเพาะปัสสาวะ ดังนั้น การตรวจ diuretic renography จึงช่วยในการแยกสาเหตุการอุดตันทางเดินปัสสาวะได้

ยาขับปัสสาวะควรฉีดเมื่อมีสารเภสัชรังสีเข้ามาอยู่เต็มบริเวณกรวยไตแล้ว ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้เวลา 15-20 นาทีหลังจากฉีดสารเภสัชรังสี การตอบสนองต่อยาขับปัสสาวะจะเริ่มที่ 2-5 นาทีหลังฉีดยาและตอบสนองเต็มที่ประมาณ 15 นาทีหลังฉีดยา ผู้ป่วยที่มีการโป่งพองของกรวยไตหรือท่อไตจากการอุดตันทางเดินปัสสาวะ จะพบว่าหลังฉีดยาขับปัสสาวะมีการลดลงของสารเภสัชรังสีในทางเดินปัสสาวะน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนฉีดยาขับปัสสาวะ กราฟของไตพบว่ามีการสูงชันขึ้นอย่างต่อเนื่องหรือมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ในทางตรงกันข้าม รายที่ไม่มีการอุดตันทางเดินปัสสาวะ ยาขับปัสสาวะจะไปเพิ่มการไหลของปัสสาวะในทางเดินปัสสาวะทำให้มีการลดลงของกราฟได้อย่างรวดเร็ว ระยะเวลาที่สารเภสัชรังสีถูกขับออกจากทางเดินปัสสาวะครึ่งหนึ่งหลังจากฉีดยาขับปัสสาวะ (half-time excretion) มีส่วนสำคัญในการวินิจฉัยโรค โดยปกติจะมีค่าน้อยกว่า 10 นาที<sup>4</sup> (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ภาพสแกนภาวะ non-obstructive (A) and obstructive hydronephrosis (B)

ภาพ A พบมีสารเภสัชรังสีสะสมอยู่บริเวณ right hydronephrosis จากนั้นถูกขับออกสู่กระเพาะปัสสาวะได้ดี กราฟของไตข้างขวาแสดงให้เห็นถึงการมีความชันลดลงอย่างรวดเร็วหลังเริ่มฉีดยาขับปัสสาวะที่นาทีที่ 10 ได้รับการวินิจฉัยเป็น non-obstructive hydronephrosis ส่วนไตข้างซ้ายเป็น non-functioning kidney ภาพ B มีการสะสมของสารเภสัชรังสีเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ บริเวณ left hydronephrosis หลังเริ่มฉีดยาขับปัสสาวะที่นาทีที่ 20 ได้รับการวินิจฉัยเป็น obstructive hydronephrosis ส่วนไตข้างซ้ายพบมี non-obstructive mild hydronephrosis

2. Renovascular hypertension

Renovascular hypertension เป็นสาเหตุหนึ่งของโรคความดันโลหิตสูง พบได้ประมาณร้อยละ 3<sup>5</sup> ของจำนวนผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงทั้งหมด ซึ่งไม่สามารถที่จะวินิจฉัยจากอาการทางคลินิกเพียงอย่างเดียวได้ ต้องอาศัยการตรวจพิเศษร่วมด้วย โดยสาเหตุที่ทำให้มีการตีบจากหลอดเลือดที่ไปเลี้ยงไตพบบ่อยที่สุด ได้แก่ การมีการหนาตัวของผนังหลอดเลือด (atherosclerosis) ในผู้สูงอายุและสาเหตุรองลงมาได้แก่ fibromuscular dysplasia ซึ่งมักพบในผู้ป่วยหญิงอายุน้อยกว่า 35 ปี ผู้ป่วยที่มี renal artery stenosis จะมีกลไกทดแทน (compensate) โดย renal angiotensin เมื่อให้ยา Captopril แก่ผู้ป่วยในขณะตรวจ renogram จะพบว่าการลดลงของค่า GFR อย่างชัดเจน ซึ่งการตรวจนี้มีความจำเพาะเจาะจงต่อภาวะ renal artery stenosis ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดความดันโลหิตสูงในผู้ป่วย จึงอาจทำให้ไม่ต้องได้รับการตรวจ diagnostic angiography ซึ่งเป็นวิธีการที่มีความเสี่ยงสูงเพิ่มเติม

การตีบของหลอดเลือดที่มาเลี้ยงไต (renal artery) อย่างมีนัยสำคัญ คือ ประมาณร้อยละ 60-70 จะทำให้แรงดันในหลอดเลือดขาเข้าสู่ไต (afferent arteriolar pressure) ลดลง กระตุ้นให้มีการหลั่งสาร renin จาก juxtaglomerular apparatus ทำให้มีการหลั่งสาร angiotensin I ซึ่งจะถูกเปลี่ยนเป็น angiotensin II โดยเอนไซม์ angiotensin converting enzyme (ACE) มีผลทำให้มีการตีบ (vasoconstriction) ของหลอดเลือดขาออกจากไต (efferent arteriole) เพื่อให้คงระดับความดันและอัตราการกรองที่โกลเมอรูลัสไว้ได้ ยา Captopril จะไปป้องกันการสร้างสาร angiotensin II ดังนั้นผู้ป่วยที่มี renal artery stenosis และมีกลไกทดแทนการทำงานของไตอยู่ดังกล่าวจะไม่สามารถคงระดับความดันขาเข้าสู่โกลเมอรูลัส (preglomerular filtration pressure) ได้ ทำให้มีค่า GRF ลดลงอย่างมีนัยยะสำคัญ ซึ่งสามารถตรวจพบความเปลี่ยนแปลงได้จากการตรวจด้วยสารเภสัชรังสี 2 ครั้ง คือ ก่อนและหลังให้กินยา Captopril

การใช้สารเภสัชรังสี Tc-99m MAG3 อาจมีความไวและความจำเพาะสูงกว่า Tc-99m DTPA อย่างไรก็ตาม ในผู้ป่วยส่วนใหญ่ การตรวจด้วยสารเภสัชรังสีชนิดใดชนิดหนึ่ง ก็สามารถให้ผลการตรวจที่ดีมากเหมือนกัน การตรวจที่ให้ผลบวกบ่งบอกว่าผู้ป่วยความดันโลหิตสูงนี้เป็นชนิด renin-dependent และมักจะดีขึ้นจากการรักษาด้วย renal revascularization

อย่างไรก็ตาม การตรวจ Angiotensin-converting enzyme inhibitor (Captopril) renography ไม่ควรใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจ

คัดกรองผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงทุกราย เนื่องจากไม่มีความคุ้มค่า และการตรวจในกลุ่มประชากรที่มีอุบัติการณ์ของโรค renal artery stenosis ต่ำจะทำให้เกิดอัตราการเกิดผลบวกกวาง (false-positive) สูงเกินไป ส่งผลให้มีการทำหัตถการเสี่ยงสูง (invasive testing) ที่ไม่จำเป็น ดังนั้น ผู้ป่วยที่จะได้รับการตรวจ Captopril renography ควรได้รับคัดเลือกอย่างระมัดระวัง แนะนำให้ตรวจเฉพาะผู้ป่วยความดันโลหิตสูงกลุ่มที่มีความเสี่ยงปานกลางถึงความเสี่ยงสูงที่จะเป็น renovascular hypertension โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกดังต่อไปนี้

1. เริ่มวินิจฉัยว่าเป็นโรคความดันโลหิตสูงเมื่ออายุมากกว่า 60 ปี หรือน้อยกว่า 30 ปี
2. มีความดันโลหิตสูงระดับรุนแรง (severe or accelerate hypertension) ที่ไม่ตอบสนองต่อการรักษาด้วยยา
3. ความดันโลหิตสูงที่เคยควบคุมได้ดี แต่ปัจจุบันยากที่จะควบคุมได้ด้วยยา
4. ผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่มีหลักฐานการเป็นโรคหลอดเลือดอุดตัน (occlusive vascular disease) อื่นๆ ร่วมด้วย
5. การมีการทำงานของไตลดลงที่ไม่มีสาเหตุ ในผู้ป่วยที่เพิ่งจะได้รับ การวินิจฉัยเป็นโรคความดันโลหิตสูง
6. ความดันโลหิตสูงที่ไม่พบสาเหตุร่วมกับการตรวจพบเสียงบริเวณช่องท้องหรือเอว (abdominal or flank bruits)

ในกรณีที่ผู้ป่วยได้รับยา Captopril อยู่แล้วควรหยุดรับประทานยา 48 ชั่วโมงก่อนทำการตรวจ ยกเว้นในผู้ป่วยบางรายที่จำเป็นต้องรับประทานยา Captopril และไม่สามารถหยุดยาได้นานกว่า 24 ชั่วโมง แต่อย่างน้อย ควรหยุดยาในวันที่ทำการตรวจ และควรหยุดยาในกลุ่ม Calcium channel blocker ที่อาจทำให้เกิดผลบวกกวาง (false-positive) และยาขับปัสสาวะ ที่อาจทำให้ผู้ป่วยเกิดอาการขาดน้ำได้ ส่วนยารักษาความดันโลหิตสูงกลุ่มอื่นๆ ไม่ได้มีผลต่อผลการตรวจ captopril renography นอกจากนั้นผู้ป่วยควรงดอาหารในวันตรวจเพื่อให้มีการดูดซึมยา Captopril ได้มากที่สุด และควรได้รับสารน้ำอย่างเพียงพอก่อนการตรวจ

การตรวจอาจทำแบบวันเดียว ทำการตรวจ 2 ครั้ง (single day, two-stage protocol) โดยทำการสแกนไตตามปกติก่อน (baseline noncaptopril study) ตามด้วยการตรวจร่วมกับการใช้ยา Captopril ที่หลายชั่วโมงต่อมาหลังจากมีการขับสารเภสัชรังสีในการตรวจครั้งแรกหมดแล้ว โดยอาจฉีดยาขับปัสสาวะระหว่างหรือหลังการตรวจครั้งแรก เพื่อลดเวลาในการรอตรวจครั้งที่ 2 ก็ได้

การตรวจแบบครั้งเดียว (one-stage protocol) มักเลือกใช้ในผู้ป่วยที่ไม่มีประวัติการทำงานของไตลดลงหรือไตวายมาก่อน โดยตรวจร่วมกับการใช้ยา Captopril ถ้าผลตรวจปกติจะมีโอกาสเป็นโรค renovascular hypertension ต่ำมาก (ประมาณร้อยละ 10<sup>6</sup>) เกณฑ์ในการวินิจฉัยโรค renovascular hypertension ได้แก่ ผลสแกนไตหลังให้ยา Captopril (postcaptopril renogram) มีความผิดปกติหรือพบความผิดปกติมากขึ้นกว่าตอนที่ไม่ได้ให้ยา Captopril โดยส่วนมากมักจะเป็นเพียงไตข้างเดียว

ถ้าใช้สารเภสัชรังสี Tc-99m DTPA หลักการแปลผล คือ พบว่ามีการทำงานและการขับสารเภสัชรังสีที่ลดลง (diminished uptake and excretion) โดยเกิดจากค่า GFR ลดลง อาจพบมีค่า time to peak นานขึ้นจาก renogram curve แต่ถ้าใช้สารเภสัชรังสี Tc-99m MAG3 จะพบว่าการทำงานและการขับสารเภสัชรังสียังเป็นปกติอยู่ อย่างไรก็ตาม การที่ไตมีค่า GFR ต่ำลง ส่งผลให้มีการสร้างและขับปัสสาวะลดลง ดังนั้น จึงมีการขับสารเภสัชรังสีออกจากท่อของหน่วยไตช้าลงด้วย ทำให้พบการคั่งค้างของสาร Tc-99m MAG3 อยู่ในไตส่วนนอก (cortical retention) ซึ่งเป็นหลักในการแปลผล และในรายที่มี severe renal artery stenosis บางครั้งพบมีการจับสาร Tc-99m MAG3 น้อยตั้งแต่แรกได้

การพบว่ามีการทำงานของไตแย่งทั้งสองข้างอาจเกิดจากมี bilateral renal stenosis มีความดันโลหิตต่ำระหว่างการตรวจ การขาดน้ำ (dehydration) หรือมี bladder distention ก็ได้ การมีความดันโลหิตลดลงต่ำมากหลังจากได้ยา Captopril อาจทำให้เกิดมีปัสสาวะออกน้อย เสียสมดุล เกิดการคั่งค้างของสารเภสัชรังสีที่ไตได้ โดยเฉพาะในผู้ป่วย renovascular hypertension แต่รวมทั้งผู้ป่วย essential hypertension หรือแม้แต่คนทั่วไปด้วย การมีภาวะขาดน้ำก็ทำให้มีปัสสาวะออกน้อย และมีการคั่งค้างของสารเภสัชรังสีได้เช่นเดียวกับภาพสแกนผู้ป่วย renovascular hypertension หลังได้ยา Captopril

การวินิจฉัยโรค renovascular hypertension ด้วยวิธีนี้มีความไวและความจำเพาะสูงกว่าร้อยละ 90<sup>7</sup> โดยมีผลบวกกวางต่ำประมาณร้อยละ 3.5<sup>8</sup> เมื่อมีการเตรียมผู้ป่วยและมีการตรวจที่ถูกต้อง ยกเว้นผู้ป่วยที่มีการทำงานของไตลดลง โดยเฉพาะรายที่มีไตขนาดเล็กหรือมีการทำงานของไตต่ำมาก อย่างไรก็ตาม การตรวจพบความผิดปกติก็ต้องมี renal artery stenosis ร้อยละ 60-90 เนื่องจากการตีบของหลอดเลือดน้อยกว่าร้อยละ 60 จะไม่มีการกระตุ้นกลไก renin-angiotensin compensation อย่างมีนัยสำคัญ ในทางตรงข้าม การตีบของหลอดเลือดมากกว่าร้อยละ 90 อาจทำให้มีการทดแทนของ renin-angiotensin system ได้ไม่เพียงพอ จึงไม่เห็นความแตกต่างของการตรวจก่อนและหลังให้ยา Captopril การเกิดผลลบ (false negative) ยังอาจเกิดจากการที่ผู้ป่วยยังคงได้รับ ยาในกลุ่ม ACEI อยู่ระหว่างการตรวจ ดังนั้น จึงต้องดยากลุ่ม ACEI 2-4 วัน ถ้าเป็นกลุ่มที่ออกฤทธิ์สั้น เช่น Captopril เป็นต้น และ 1 สัปดาห์ในกลุ่มที่ออกฤทธิ์ยาว

### 3. Acute pyelonephritis in children

การวินิจฉัยโรคกรวยไตอักเสบเฉียบพลัน (acute pyelonephritis) ในเด็กจากอาการทางคลินิกและผลตรวจทางห้องปฏิบัติการบ่อยครั้งเป็นเรื่องยาก ถึงแม้ว่าจะมีอาการไข้ ปวดหลังหรือปัสสาวะขุ่นและมีผลบวกจากการเพาะเชื้อในปัสสาวะก็ตาม การตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ไม่แนะนำให้ทำบ่อยครั้งในเด็กและอัลตราซาวด์มีความไวในการวินิจฉัยต่ำ (ร้อยละ 33.3)<sup>9</sup> และประเมินความรุนแรงได้ต่ำกว่าที่เป็นจริง การตรวจ radionuclide renal cortical imaging โดยใช้สารเภสัชรังสี Tc-99m DMSA ร่วมกับเทคนิคการถ่ายภาพแบบ SPECT imaging มีความไวสูงในการวินิจฉัยภาวะติดเชื้อในไต (ร้อยละ 74.8)<sup>9</sup> ผลตรวจที่ปกติสามารถแยกโรคกรวยไตอักเสบเฉียบพลันในเด็กได้ อย่างไรก็ตามการตรวจนี้มักจะไม่จำเป็นในผู้ใหญ่ ในคนปกติจะพบการจับสารเภสัชรังสีได้ดีเท่ากันทั่วทั้งไต ยกเว้นบริเวณกรวยไต

ในผู้ป่วยกรวยไตอักเสบเฉียบพลันพบภาพสแกนที่ผิดปกติได้ 3 แบบ ได้แก่ focal cortical defect, multifocal cortical defects และ diffusely decreased activity ในช่วงเริ่มการติดเชื้อใหม่ๆ รอยโรคอาจสัมพันธ์กับการบวมของเนื้อเยื่อทำให้มีการโป่งนูนของเนื้อไต สารเภสัชรังสี Tc-99m DMSA มักพบความผิดปกติได้เร็วก่อนที่จะเกิดความเสียหายทางกายภาพของเนื้อไตอย่างมีนัยยะสำคัญ รอยโรคระยะนี้อาจหายไปได้ภายในเวลาหลายเดือนหรือคงอยู่ตลอดไปจากการเกิดเป็นรอยแผลเป็น ถ้ารอยโรคเป็นมากขึ้นรอยแผลเป็นจะเด่นชัดขึ้นและสัมพันธ์กับการหดรั้งและลดปริมาณเนื้อไตลง (contraction and volume loss)

### 4. Renal mass

ก้อนผิดปกติที่ไต (space-occupying lesion) ที่ตรวจพบจากภาพ CT scan, MRI หรือ ultrasound อาจสามารถแยก non-functioning renal tissue ออกจาก functioning renal tissue ได้จากการตรวจโดยใช้สารเภสัชรังสี Tc-99m DMSA ก่อนที่ไม่ใช่เนื้อเยื่อไต (renal parenchyma) เช่น neoplasms, access, cysts, hematoma, infarcts จะพบมีการจับสารเภสัชรังสีลดลง (defects) แต่ถ้าเป็นเนื้อไตปกติ แต่ดูคล้ายก้อนเนื้อออก (pseudotumors) เช่น fetal lobulation,

dromedary humps หรือ column of Bertin จะพบมีการจับสารเภสัชรังสีปกติ ซึ่งจะยืนยันได้ว่าเป็นเนื้อเยื่อปกติ (benign nature)

### 5. Vesicoureteral reflux

การตรวจ radionuclide cystography เป็นตัวเลือกที่ใช้ในการตรวจผู้ป่วยเด็กที่สงสัยเป็นโรค vesicoureteral reflux โดยมีความไวในการวินิจฉัยโรคมากกว่าการตรวจทางรังสีวินิจฉัย คือ iodinated contrast cystography เนื่องจากสามารถตรวจพบปริมาณปัสสาวะไหลย้อนได้ตั้งแต่ 1 มิลลิลิตรขึ้นไป นอกจากนี้ผู้ป่วยยังได้รับปริมาณรังสีในการตรวจแต่ละครั้งน้อยกว่าอีกด้วย การตรวจด้วยวิธี direct radionuclide cystography ใช้สารเภสัชรังสี Tc-99m pertechnetate, Tc-99m DTPA หรือ Tc-99m sulfur colloid ผสมในขวดน้ำเกลือแล้วค่อยๆ ใส่เข้าไปในกระเพาะปัสสาวะโดยตรงผ่านสายสวนปัสสาวะ ในคนปกติจะไม่พบมีปัสสาวะไหลย้อนขึ้นไปท่อไต (ureters) และไต แต่ในผู้ป่วย อาจพบมี vesicoureteral reflux ตั้งแต่การตรวจในระยะ bladder filling, voiding หรือ postvoid ได้ โดยมีการรายงานระดับความรุนแรงเป็น 3 ระดับ<sup>2</sup> ได้แก่

1. ระดับความรุนแรงน้อย (Minimal) คือ มีปัสสาวะไหลย้อนไปที่ท่อไต
2. ระดับความรุนแรงปานกลาง (Moderate) คือ มีปัสสาวะไหลย้อนไปถึง pelvicalyceal system
3. ระดับความรุนแรง (Severe) คือ มีปัสสาวะไหลย้อนไปใน pelvicalyceal system ร่วมกับมี dilated intrarenal collecting system หรือ dilated tortuous ureter

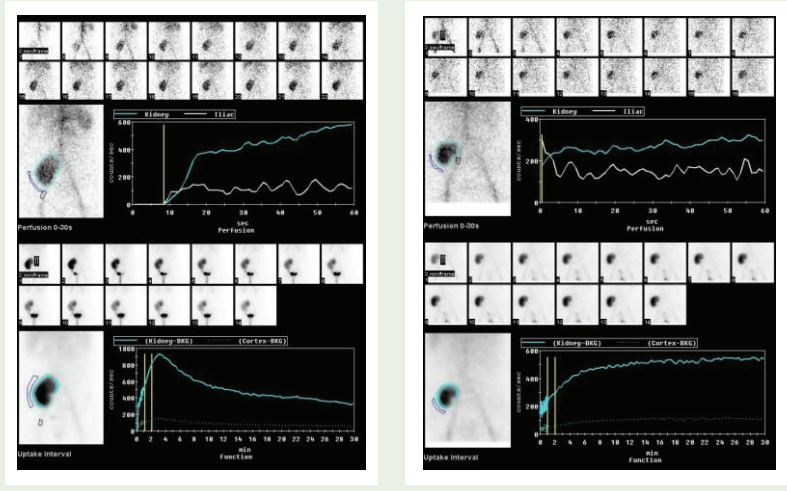
นอกจากนั้นยังสามารถคำนวณปริมาณปัสสาวะที่เหลืออยู่ในกระเพาะปัสสาวะหรือทางเดินปัสสาวะส่วนต้นได้อีกด้วย

### 6. Renal complication of renal transplant

การปลูกถ่ายไตจากผู้บริจาคทั้งที่ยังมีชีวิตหรือเพิ่งเสียชีวิต (living or cadaveric transplant donors) เป็นวิธีการปลูกถ่ายอวัยวะที่ได้รับการยอมรับเป็นอย่างดีทั้งในด้านเทคนิคการผ่าตัดและการให้ยา ไตใหม่จะถูกนำมาผ่าตัดไว้ที่บริเวณ anterior iliac fossa โดยนำหลอดเลือดมาต่อกับ hypogastric artery และ external iliac vein และนำท่อไตมาต่อกับกระเพาะปัสสาวะ การตรวจอัลตราซาวด์มักจะเป็นตัวเลือกแรกในการตรวจภาวะแทรกซ้อนหลังการผ่าตัด ในรายปกติประมาณเลือดที่ไปเลี้ยงไตที่ถูกปลูกถ่ายจะพบได้ในเวลาใกล้เคียงกับที่บริเวณ iliac vessels และค่า maximal parenchymal phase มีค่าใกล้เคียงกับในการตรวจไตปกติ คือที่เวลา 3-5 นาที และจะพบปัสสาวะในกระเพาะปัสสาวะที่เวลา 4-8 นาที หลังจากการเปลี่ยนไตภายใน 2 สัปดาห์ อาจเห็นสารเภสัชรังสีที่ท่อไตได้จากการบวมบริเวณ ureterovesical anastomosis

ภาวะแทรกซ้อนจากการเปลี่ยนไตที่พบบ่อย ได้แก่ acute tubular necrosis (ATN), rejection, anti-rejection medication (cyclosporin) toxicity และภาวะแทรกซ้อนจากการผ่าตัด (surgical complications)

Acute tubular necrosis (ATN) มักเกิดใน cadaveric transplants โดยเป็นผลจากการขาดเลือดของไตระหว่างทางขนส่งจากร่างของผู้เสียชีวิตก่อนทำการผ่าตัดเปลี่ยนไต ภาพสแกนจะพบว่า มีประมาณเลือดที่ไปเลี้ยงไตปกติแต่มีการทำงานของไตลดลง มีคั่งค้างของสารเภสัชรังสี Tc-99m MAG3 ร่วมกับมีพบปริมาณปัสสาวะน้อยหรือไม่มีเลย ภาวะ ATN มักพบตั้งแต่ 3-4 วันแรกหลังการเปลี่ยนไตและมักจะหายได้ใน 2-3 สัปดาห์ (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ภาพสแกนปกติและภาวะ ATN ของไตหลังการปลูกถ่าย

ภาพซ้าย พบว่ามีประมาณเลือดที่ไปเลี้ยงไตและการจับสารเภสัชรังสีที่ไตปกติ ภาพขวา พบว่ามีประมาณเลือดที่ไปเลี้ยงไตปกติเช่นกันแต่มีการจับสารเภสัชรังสีน้อยและมีคั่งค้างของสารเภสัชรังสี Tc-99m MAG3 กราฟของไตพบว่ามีค่าความชันสูงชันเรื่อยๆ โดยไม่ลดลงจนตลอดการตรวจ

Renal transplant rejection เกิดจากมีการอุดตันของหลอดเลือดขนาดเล็กในไต (small-vessel obliterative disease) ทำให้มีปริมาณเลือดมาเลี้ยงที่ไตลดลงอย่างรวดเร็วและรุนแรงกว่าการลดลงของการทำงานของไตตั้งแต่ในระยะแรก ภาพสแกนจะพบมีประมาณเลือดที่ไปเลี้ยงไตต่ำและมักจะต่ำลงเรื่อยๆ ร่วมกับมีการทำงานลดลงและพบมีปัสสาวะออกช้า ภาวะ renal transplant rejection แบ่งออกได้เป็น 3 ระยะ ได้แก่

1. ระยะ hyperacute rejection มักเกิดทันทีหลังจากผ่าตัด (0-24 ชั่วโมง) เกิดจากมี antibodies ในเลือดของผู้รับการปลูกถ่ายไต ทำให้เกิดการอุดตันของหลอดเลือดที่ไต จึงตรวจไม่พบปริมาณเลือดมาที่ไตและมีการลดลงของการทำงานของไตอย่างมากหรือไม่มีเลย
2. ระยะ acute rejection เกิดจากมีเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิด lymphocyte แทรกเข้าไปในหลอดเลือดของไต (cell-mediated process) มักเกิดใน 2-3 เดือนแรกหลังเปลี่ยนไต แต่อาจเกิดได้เร็วใน 2-3 สัปดาห์แรกก็ได้ นอกจากนั้นภาวะ acute rejection สามารถตรวจได้จากการใช้สารเภสัชรังสี Tc-99m sulfur colloid เนื่องจากสาร colloid จะถูกจับเข้าไปใน fibrin thrombi

3. ระยะ chronic rejection เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างช้าๆ (antibody-mediated process) พบได้ 6 เดือนถึง 1 ปีหลังเปลี่ยนไต โดยค่อยๆ มีการอุดตันของหลอดเลือดไต ทำให้มีปริมาณเลือดและการทำงานของไตค่อยๆ ลดลง

Anti-rejection medication (cyclosporin) toxicity เกิดจากการใช้ยาเพื่อป้องกันปฏิกิริยาต่อต้านอวัยวะใหม่ (Cyclosporin) ภาวะแทรกซ้อนมักพบลักษณะเดียวกับภาวะ ATN คือ มีปริมาณเลือดที่ไปเลี้ยงไตปกติ แต่มีการทำงานลดลงและมีคั่งค้างของสาร Tc-99m MAG3 ร่วมกับมีพบปริมาณปัสสาวะน้อยหรือไม่มีเลย อย่างไรก็ตาม cyclosporin toxicity มักเริ่มเกิดหลายสัปดาห์หลังการปลูกถ่ายไต ซึ่งเป็นช่วงที่ภาวะ ATN ได้แก้ไขดีขึ้นแล้ว การทำงานที่ลดลงของไตมักจะดีขึ้นได้หลังหยุดยา cyclosporin

ภาวะแทรกซ้อนจากการผ่าตัด ประกอบด้วย urine collections (urinomas), lymphoceles, hematomas, ureteral obstruction และ vascular complications โดย urinomas เกิดจากมีการรั่วบริเวณรอยต่อของท่อไต (ureteral anastomosis) มักเกิดไม่นานหลังผ่าตัด ถ้ามีการรั่วมากจะสะสมพบสารเภสัชรังสีอยู่ใน urine collection แต่ถ้ามีการรั่วอย่างช้าๆ จะเห็นเป็นบริเวณที่ไม่มีสารเภสัชรังสี (photopenic defects) ในตำแหน่งที่สงสัยว่ามี urine collection ใกล้กับไตหรือท่อไต นอกจากนั้นบริเวณที่ไม่มีสารเภสัชรังสีในไตหรือบริเวณโดยรอบ อาจเกิดจากการมี hematoma ซึ่งมักเกิดขึ้นทันทีหลังผ่าตัดหรืออาจเกิดจากการมี lymphoceles ซึ่งจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ โดยจะพบในเวลาหลายเดือนหลังผ่าตัด เนื่องจากไตที่ถูกเปลี่ยน (transplanted kidney) จะไม่มี venous collaterals การเกิดการอุดตันของหลอดเลือดดำ (venous thrombosis) จะพบมีปริมาณเลือดที่เข้าสู่ไตและการทำงานของไตลดต่ำ

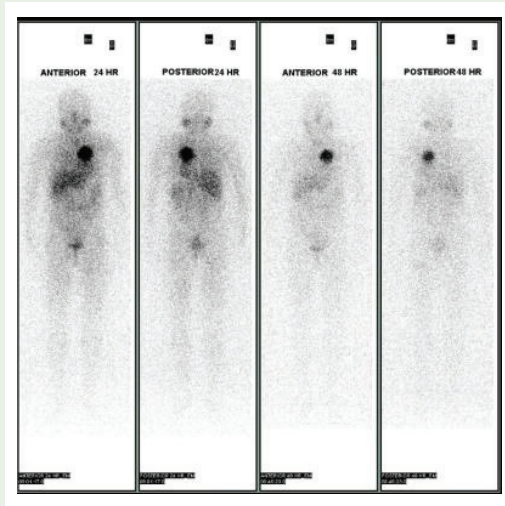
ลงเหมือนในภาวะหลอดเลือดแดงอุดตัน (arterial obstruction) การอุดตันของรอยต่อบริเวณท่อไต (ureteral anastomosis) สามารถวินิจฉัยได้ด้วยการตรวจ diuretic renography

#### Adrenal gland imaging

รอยโรคของต่อมหมวกไตมักมีอาการและอาการแสดงจากการทำงานผิดปกติของฮอร์โมนต่างๆ หรือตรวจพบก่อนจากการตรวจทางรังสีวิทยา เนื่องจากก้อนที่ต่อมหมวกไตในผู้ป่วยมะเร็งจะเป็นชนิดไม่รุนแรง (benign) มากถึงร้อยละ 50 และต่อมหมวกไตโดยทั่วไปพบว่า จะจับสารเภสัชรังสี F18 fluorodeoxyglucose (F18-FDG) เพียงเล็กน้อยเท่านั้นจากการตรวจด้วย PET/CT scan ทำให้การตรวจ F18-FDG PET/CT scan มีประโยชน์ในการประเมินและแยกชนิดของก้อนที่ต่อมหมวกไตในผู้ป่วยมะเร็งได้ โดยมีความแม่นยำ (accuracy) ในการแยกก้อนที่ไม่รุนแรงออกจากสาเหตุจากมะเร็งได้ถึงร้อยละ 90 ผลลบหลวง (false negative) พบได้ในรอยโรคขนาดเล็ก การมีเลือดออก (hemorrhage) หรือมีเนื้อเยื่อตาย (necrosis)

#### Adrenal medulla imaging

สารเภสัชรังสี I-131 metaiodobenzylguanidine (I-131 MIBG) มีสูตรโครงสร้างเป็น guanethidine analog เหมือนกับ norepinephrine โดยจะถูกจับโดย chromaffin cells จึงมีประโยชน์ในการถ่ายภาพ sympathetic adrenergic tissue โดยเฉพาะโรค pheochromocytomas ทั้งที่อยู่ในชั้น adrenal medulla หรืออยู่ในที่อื่นๆ (ectopic regions) และโรค neuroblastomas โดยมีความไวและความจำเพาะสูงถึงร้อยละ 90 นอกจากนั้นสาร MIBG ยังสามารถจับ neuroendocrine tumors อื่นๆ ได้ในระดับที่น้อยกว่า ได้แก่ carcinoid, medullary thyroid carcinoma และ paraganglioma (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ภาพสแกน paraganglioma พบว่ามีการจับสารเภสัชรังสีเป็นปริมาณมากด้านซ้ายบริเวณทรวงอก (left mediastinum) พลซันเนื้อหลังการผ่าตัดรายงานเป็น paraganglioma

### สรุป

1. การตรวจไตทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์มีบทบาทสำคัญในการตรวจการทำงานที่ผิดปกติทั้งในส่วนของไตปกติและไตที่ได้รับการปลูกถ่าย
2. Tc-99m DTPA เป็นสารเภสัชรังสีที่ใช้ในการตรวจการทำงานของโกลเมอรูลัสและคำนวณค่า GFR ของไตแยกแต่ละข้าง ส่วน Tc-99m MAG3 ใช้ในการตรวจการทำงานของท่อหน่วยไตและประเมินค่า renal plasma flow
3. Diuretic renography ใช้ตรวจเพื่อวินิจฉัยแยกโรคการอุดตันทางเดินปัสสาวะออกจากการทำงานของทางเดินปัสสาวะจากสาเหตุอื่นๆ

4. Captopril renography มีความไว (sensitivity) และค่าความจำเพาะ (specificity) ในการวินิจฉัยโรค renovascular hypertension มากกว่าร้อยละ 90

5. ATN มักมี perfusion ปกติแต่มี cortical retention และมี rising renogram curve ในกรณีที่ใช้ Tc-99m MAG3 ซึ่งมักพบตั้งแต่ในสัปดาห์แรกหลังการปลูกถ่ายไตและจะดีขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป ส่วน rejection มักมีทั้ง poor perfusion และ poor tubular excretion

6. Cyclosporin toxicity สามารถพบลักษณะภาพสแกนได้เหมือนกับ ATN แต่มักจะไม่เกิดทันทีหลังการปลูกถ่ายไต

7. Tc-99m MIBG เป็น medullary adrenal imaging agent ซึ่ง Tc-99m MIBG สะสมได้ดีใน pheochromocytoma และ neuroblastoma นอกจากนี้ยังสามารถสะสมในมะเร็งชนิด carcinoid, medullary thyroid carcinoma และ paraganglioma ได้อีกด้วย

## References

1. Mettler FA, Guiberteau MJ. Essentials of nuclear medicine imaging. 6<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2012.
2. Zeissman HA, O'Malley JP, Thrall JH. Mettler FA, Guiberteau MJ. Nuclear medicine: The requisites. 4<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2014.
3. Agrawal K, Esmail AA, Gnanasegaran G, Navalkissoor S, Mittal BR, Fogelman I. Pitfalls and Limitations of Radionuclide Imaging in Endocrinology. Semin Nucl Med 2015; 45: 440-57.
4. Karam M, Feustel PJ, Goldfarb CR, Kogan BA. Diuretic renogram clearance half - times in the diagnosis of obstructive uropathy: effect of age and previous surgery. Nucl Med Commun 2003; 24: 797-807.
5. Textor SC. Current approaches to renovascular hypertension. Med Clin North Am 2009; 93: 717-32.
6. Taylor AT Jr, Fletcher JW, Nally JV Jr, Blaufox MD, Dubovsky EV, Fine EJ, et al. Procedure guideline for diagnosis of renovascular hypertension. Society of Nuclear Medicine. J Nucl Med 1998; 39: 1297-302.
7. Mann SJ, Pickering TG, Sos TA, Uzzo RG, Sarkar S, Friend K, et al. Captopril renography in the diagnosis of renal artery stenosis: accuracy and limitations. Am J Med 1991; 90: 30-40.
8. Setaro JF, Saddler MC, Chen CC, Hoffer PB, Roer DA, Markowitz DM, et al. Simplified captopril renography in diagnosis and treatment of renal artery stenosis. Hypertension 1991; 18: 289-98.
9. Yoo JM, Koh JS, Han CH, Lee SL, Ha US, Kang SH, et al. Diagnosing Acute Pyelonephritis with CT, Tc-DMSA SPECT, and Doppler Ultrasound: A Comparative Study. Korean J Urol 2010; 51: 260-5.