

เครื่องถ่ายภาพ ชิงเกิด โฟตอน

อิมิชัน คอมพิวเตอร์ โทโมกราฟี (เอส พี อี ซี ที)

มาคัมครอง โปษยะจินดา*

ปัจจุบันมีวิทยาการใหม่ ๆ เกิดขึ้นหลายชนิดในด้าน การถ่ายภาพอวัยวะ และส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เครื่องมือ ที่ใช้ในการถ่ายภาพได้แก่ คลื่นเสียงความถี่สูง (Ultrasound) เอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (X-ray CT), Digital Subtraction Angiography (DSA), Magnetic Resonance Imaging (MRI), Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT) และ Positron Emission Tomography (PET) เป็นต้น ทั้ง SPECT และ PET เป็น เครื่องมือที่ใช้ถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ซึ่งจำเป็นต้องฉีดเภสัชรังสี ให้ผู้ป่วยก่อนการตรวจ เภสัชรังสีจะไปยังเนื้อเยื่อของร่างกาย วิธีนี้จึงใช้สำหรับ functional imaging ได้ดีกว่าวิธีอื่น ๆ แต่วิธีอื่นได้ประโยชน์มากกว่าในด้าน การถ่ายภาพเพื่อการศึกษาทางกายภาพ

Functional imaging อาจแบ่งได้เป็นหลายระดับ⁽¹⁾ ระดับแรก ได้แก่ การถ่ายภาพการเคลื่อนไหวของอวัยวะ เช่น ถ่ายภาพการเต้นของหัวใจ ซึ่งการตรวจทุกอย่างที่กล่าว แล้ว สามารถกระทำได้ ระดับที่ 2 ได้แก่ การถ่ายภาพ ระบบขับถ่าย เช่นการขับปัสสาวะและระบบน้ำดี ทางเวช- ศาสตร์นิวเคลียร์สามารถถ่ายภาพชนิดนี้ได้ดีกว่าวิธีอื่น วิธี ใช้คลื่นเสียงความถี่สูงยังไม่อาจกระทำได้ถึงระดับนี้ ระดับ ที่ 3 และ 4 เป็นการถ่ายภาพเมตาบอลิซึมภายในอวัยวะ ตัวอย่างเช่น การถ่ายภาพเมตาบอลิซึมของกลูโคส กรดไขมัน กรดอะมิโนในกล้ามเนื้อหัวใจ หรือเมตาบอลิซึมของกลูโคส ในสมอง เป็นต้น ซึ่งปัจจุบันนี้กระทำได้โดยวิธีเดียวเท่านั้น คือ การถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ โดยใช้ PET เป็นส่วนใหญ่ ขณะนี้กำลังพัฒนาเพื่อให้ใช้ SPECT มากขึ้น

การถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ในยุคแรกคือ ก่อน ค.ศ. 1960 ได้ใช้หลักการของ tomography คือ ถ่ายภาพได้ชัดเจนเฉพาะ Focal plane โดยเก็บข้อมูลได้ ที่ละจุดในระนาบเดียวมาประกอบเป็นภาพอวัยวะที่ตรวจ เครื่องมือที่ใช้ถ่ายภาพเรียกว่า Rectilinear scanner ต่อมา ใน ค.ศ. 1963 Kuhl และคณะได้คิดเทคนิค transaxial tomography ขึ้นเป็นครั้งแรก โดยใช้ Rectilinear scanner หมุนถ่ายภาพที่มุมต่าง ๆ แล้วนำมาสร้างภาพใหม่ แต่ใน ขณะนั้นยังไม่มีการพัฒนาด้านคอมพิวเตอร์ ทำให้การสร้าง ภาพไม่ดีเท่าที่ควร วิทยาการด้านนี้ จึงไม่ได้รับความสนใจนัก เทคนิคของ Kuhl นี้เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการพัฒนา เอกซเรย์คอมพิวเตอร์ขึ้นในระยะต่อมา⁽²⁻⁴⁾

ก่อน ค.ศ. 1970 ได้มีการพัฒนาเครื่องมือถ่ายภาพ ทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ใหม่ เป็นเครื่องถ่ายภาพรังสีแกมมา (Gamma camera) ซึ่งประกอบด้วยหัววัดรังสีแกมมาที่โตมาก สามารถถ่ายภาพอวัยวะทั้งอันได้ และใช้เวลาน้อยกว่ามาก ข้อ สำคัญคือ มีประสิทธิภาพในการตรวจหาความผิดปกติในอวัยวะ ต่าง ๆ ได้สูงกว่าเครื่อง Rectilinear scanner และยังใช้ ศึกษาไดนามิกส์ต่าง ๆ ของร่างกายได้ จึงเป็นที่นิยมใช้กัน เรื่อยมาจนถึงปัจจุบันนี้ เพราะสามารถถ่ายภาพอวัยวะ และ ระบบไหลเวียนต่าง ๆ ของร่างกายได้ ซึ่งคณะแพทยศาสตร์ ทุกแห่งในประเทศไทยมีเครื่องถ่ายภาพชนิดนี้อยู่

การพัฒนาการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์นั้น มุ่งพัฒนาในองค์ประกอบหลัก 3 ประการคือ 1) เครื่องมือ 2) เภสัชรังสี และ 3) คอมพิวเตอร์ ดังนั้นการพัฒนา ด้านคอมพิวเตอร์อย่างกว้างประกอบกับการเกิดเครื่องมือเอกซเรย์

* ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คอมพิวเตอร์ที่ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างมหาศาลต่อวงการแพทย์นั้น กลับเป็นแรงกระตุ้นให้วงการเวชศาสตร์นิวเคลียร์หันกลับมาศึกษากันอย่างจริงจังถึงเทคนิค transaxial tomography ที่ Kuhl และคณะได้ศึกษาไว้ จึงเกิดการพัฒนาเครื่องมือประเภทนี้ออกมามากมายหลายชนิด และในที่สุดได้ผลิตขายเป็นครั้งแรกใน ค.ศ. 1977⁽⁵⁻¹⁰⁾

เอกซเรย์คอมพิวเตอร์ เป็น Transmission tomography คือ การถ่ายภาพต้องฉายรังสีเอกซเรย์ผ่านตัวผู้ป่วย ส่วนเครื่องถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์เป็น Emission tomography (ET) คือ ถ่ายภาพรังสีที่ออกมาจากตัวผู้ป่วย (ซึ่งเป็นรังสีที่เกิดจากเภสัชรังสีที่ผู้ป่วยได้รับก่อนการตรวจ)

การพัฒนา ET แบ่งออกเป็น 2 ด้านคือ SPECT และ PET สำหรับ PET นั้น ต้องใช้เภสัชรังสีพิเศษที่ผลิตด้วย cyclotron เป็นเครื่องมือที่มีราคาแพงมาก ใช้สำหรับการศึกษาวิจัยด้านพยาธิสรีรวิทยา ส่วน SPECT นั้นใช้เภสัชรังสีชนิดที่ผลิตง่าย และมีจำหน่ายทั่วไป ราคาของเครื่องก็ย่อมเยากว่ามาก จึงได้มีการใช้เครื่องมือชนิดนี้กันอย่างรวดเร็ว และแพร่หลายในต่างประเทศ สำหรับประเทศไทยมีเครื่อง SPECT เพียงสถาบันเดียวในขณะนี้ แต่ในอนาคตอันใกล้นี้คณะแพทยศาสตร์อย่างน้อย 2 แห่ง กำลังจะติดตั้งเครื่องมือนี้ ซึ่งรวมทั้งคณะแพทยศาสตร์แห่งนี้ด้วย

เครื่องมือ SPECT มีอยู่หลายระบบ ระบบที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ ชนิดเครื่องถ่ายภาพรังสีแกมมาหมุนรอบตัว (Rotating gamma camera) ซึ่งมีส่วนประกอบสำคัญคือ

1. Image detector หรือหัววัดรังสีแกมมาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 40 เซนติเมตร
2. Ring gantry ช่วยให้หัววัดหมุนรอบตัวผู้ป่วยเพื่อถ่ายภาพที่มุมต่าง ๆ
3. คอมพิวเตอร์ที่มีความจำสูง และมี software ต่าง ๆ ซึ่งจะบันทึกข้อมูลอย่างละเอียด แล้วนำไปสร้างภาพ SPECT สามารถถ่ายภาพอวัยวะได้ในแนวต่าง ๆ คือ ภาพแนวตัดขวาง (transaxial image) ภาพแนวตั้งทางด้านหน้า (coronal image) และภาพแนวตั้งทางด้านข้าง (sagittal image)

ประสิทธิภาพของ SPECT เหนือกว่า gamma camera ในหลาย ๆ ด้าน ที่สำคัญคือ สามารถตรวจพยาธิสภาพชนิดเป็นก้อนได้ไวกว่า คือ สามารถตรวจพบก้อนที่มีขนาด 1 เซนติเมตรหรือเล็กกว่า และบอกตำแหน่งของพยาธิสภาพได้แม่นยำกว่า คุณสมบัติที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ สามารถวัด absolute concentration ของเภสัชรังสีในเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของร่างกาย ซึ่งเป็นประโยชน์มากในการศึกษา

การทำงาน และเมตาบอลิซึมในอวัยวะต่าง ๆ การพัฒนาเครื่องมือชนิดนี้ยังคงเป็นไปอย่างต่อเนื่อง และมีรายงานว่าระบบใหม่ที่กำลังพัฒนากันอยู่ในขณะนี้มีความไวสูงกว่าระบบ Rotating gamma camera 2-6 เท่า⁽¹¹⁻¹³⁾ ข้อเสียของ SPECT คือ การตรวจแต่ละครั้งต้องใช้เวลาประมาณ 30 นาที

ประโยชน์ของ SPECT

ได้มีการศึกษาวิจัยถึงประโยชน์ของ SPECT มากมาย⁽¹⁴⁻²³⁾ ตัวอย่างประโยชน์ที่สำคัญได้แก่ :-

1. การตรวจหัวใจ^(18,19)

การตรวจการทำงานของหัวใจด้วยการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ได้ใช้กันอย่างแพร่หลายอยู่แล้ว โดยใช้เครื่อง gamma camera พบว่าถ้าใช้เครื่อง SPECT จะเพิ่มประสิทธิภาพในการวินิจฉัยโรคได้ดีกว่า และมีความจำเพาะสูงกว่า เช่น

1.1 Myocardial infarction การใช้ SPECT นอกจากวินิจฉัยโรคได้ดีกว่าแล้ว ยังสามารถวัด total myocardial mass ได้ด้วย

1.2 Coronary artery disease ถ้าตรวจด้วย SPECT ทันทีที่ให้ผู้ป่วย exercise เสร็จ สามารถวินิจฉัยโรคนี้ได้แม่นยำขึ้น

1.3 Gated blood pool tomography สามารถศึกษาการทำงานของหัวใจแบบ 3 มิติ ทำให้ตรวจส่วนต่าง ๆ ของ ventricle ได้ดีกว่ามาก

2. การตรวจสมอง^(12, 14, 17, 20, 21)

การพัฒนาด้านเภสัชรังสีควบคู่กับการพัฒนาเครื่อง SPECT ทำให้เกิดประโยชน์อย่างยิ่งต่อการศึกษา และวินิจฉัยโรคต่าง ๆ ของสมองในขณะนี้ ประโยชน์ที่สำคัญ คือ การศึกษา Cerebral blood flow (CBF) เครื่อง SPECT สามารถถ่ายภาพ Cerebral blood flow โดยแสดงเลือดที่ไปเลี้ยงที่ส่วนต่าง ๆ ของสมอง และวัด absolute regional cerebral blood flow (rCBF) โดยคำนวณเป็น mL/min/100g และสามารถวัด Cerebral blood volume (CBV) ด้วย การตรวจนี้ได้ประโยชน์ในการช่วยวินิจฉัย Cerebrovascular disease เช่น Stroke สามารถแสดงภาพ infarction ที่เกิดใหม่ และเก่า และบริเวณที่มี ischemia ได้ชัดเจนกว่าการตรวจด้วยเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ และ MRI ปัจจุบันจึงได้มีการศึกษา CBF/SPECT ในโรคต่าง ๆ ของสมอง เช่น Stroke, Transient ischemic attack, Epilepsy, Dementia, Migraine เป็นต้น

3. การตรวจในช่องท้อง^(15, 17, 22)

3.1 การตรวจตับ และม้าม SPECT ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวินิจฉัยพยาธิสภาพชนิดเป็นก้อน และความแม่นยำในการวินิจฉัยไม่แตกต่างจากเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ SPECT ดีกว่าในการวินิจฉัยพยาธิสภาพชนิดเป็นก้อนทั่ว ๆ ไป แต่เอกซเรย์คอมพิวเตอร์ดีกว่าในการวินิจฉัยก้อนที่บริเวณ porta hepatis

3.2 Abdominal blood pool SPECT imaging เริ่มมีการใช้มากขึ้น เช่น วินิจฉัย Hepatic carvenous hemangioma และใช้ตรวจหาความผิดปกติของเส้นเลือดใหญ่ ๆ ในช่องท้อง เป็นต้น

3.3 การตรวจไต แม้ว่าจะเพิ่งเริ่มศึกษากัน แต่มีแนวโน้มว่าจะได้ประโยชน์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการหา

functioning renal volume ในโรคไตชนิดต่าง ๆ

4. การตรวจกระดูก⁽²³⁾

พบว่า SPECT ตรวจพบความผิดปกติได้ชัดเจนกว่า และไวกว่า สำหรับกระดูกสันหลัง สะโพก เข่า เป็นต้น โดยสรุป SPECT เป็นเครื่องมือถ่ายภาพอวัยวะ และส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่จัดว่าค่อนข้างใหม่ และมีประโยชน์มากต่อวงการแพทย์ โดยสามารถให้ข้อมูลที่การตรวจชนิดอื่น ๆ ไม่อาจทำได้ การพัฒนาเภสัชรังสีชนิดใหม่ที่ใช้สำหรับตรวจสอบ และหัวใจเมื่อเร็ว ๆ นี้ จะเป็นส่วนสำคัญที่จะส่งเสริมให้มีการใช้ SPECT อย่างแพร่หลาย และได้ประโยชน์ยิ่งขึ้น ซึ่งสมควรที่จะติดตามศึกษาต่อไป

อ้างอิง

1. Adam WE. A general comprison of functional imaging in Nuclear Medicine with other modalities. Semin Nucl Med 1987 Jan; 17(1) : 3-17
2. Kuhl DE, Edwards RQ. Image separation radioisotope scanning. Radiology 1963 Apr; 80(4) : 653-662
3. Kuhl DE, Edwards RQ. Cylindrical and section radioisotope scanning of the liver and brain. Radiology 1964 Nov; 83(5) : 926-936
4. Kuhl DE, Sanders TP. Charaoterizing brain lesions using transverse section scanning. Radiology 1971 Feb; 98(2) : 317-328
5. Freedman GS, Blau M, Beck RN, Kuhl DE, eds. Tomographic imaging in Nuclear Medicine. The Proceedings of a Symposium. Society of Nuclear Medicine 1973.
6. Kuhl DE, Edwards RQ, Ricci AR, Yacob RJ, Mich TJ, Alani A. The MARK IV system for radionuclide computed tomography of the brain. Radiology 1976 Nov; 121(2) : 405-413
7. Keyes JW, Orlandea N, Heetderks WJ, Leonard PF, Rogers WL. The humongotron-a scintillation camera transaxial tomography. J Nucl Med 1977 Apr; 18(4) : 381-387
8. Jaszozak RL, Murphy PH, Huard D, Burdine JA. Radionuclide emission computed tomography of the head with ^{99m}Tc and a scintillation camera. J Nucl Med 1977 Apr; 18(4) : 373-380
9. Phelps ME. Emission computed tomography. Semin Nucl Med 1977 Oct; 7(4) : 337-365
10. Jarritt PH, Ell PJ, Myers MJ, Brown NJG, Deacon JM. A new transverse-section brain imager for single-gamma emitters. J Nucl Med 1979 Apr; 20(4) : 319-327
11. Goodwin PN. Recent development in instrumentation for emission computed tomography. Semin Nucl Med 1980 Oct; 10(4) : 322-334
12. Esser PD. Improvements in SPECT technology for cerebral imaging. Semin Nucl Med 1985 Oct; 15(4) : 335-346
13. Heller SL, Goodwin PN. SPECT instrumentation : performance, lesion detection and recent innovations. Semin Nucl Med 1987 Jul; 17(3) : 184-199
14. Watson NE, Cowan RJ, Ball MR, Moody DM, Laster DW, Maynard CD. A comparison of brain imaging with gamma camera, single photon emission computed tomography, and transmission computed tomography : concise communication. J Nucl Med 1980 Jun; 21(6) : 507-511
15. Khan O, Ell PJ, Jarritt PH, Cullum ID, Williams ES. Comparison between emission and transmission computed tomography of the liver. Br Med J 1981 Nov 7; 283 (6301) : 1212-1214
16. Tauxe WN, Soussaline F, Todd-Pokropek A, Cao A, Collard P, Richard S, Raynaud C, itti R. Determination of organ volume by single-photon emission computed tomography. J Nucl Med 1982 Nov; 23(11) : 984-987
17. Ell PJ. A review of the clinical value

- of single photon emission tomography. Proceedings of the British Institute of Radiology. Br J Radiol 1984 Oct; 57(682) : 945
18. Gill JB, Moore RH, Tamaki N, Miller DD, Barlai-Kovach M, Yasude T, Boucher CA, Strauss HW. Multigated blood-pool tomography. New method for the assessment of left ventricular function. J Nucl Med 1986 Dec; 27(2) : 1916-1924
19. Cerqueira MD, Harp GD, Ritchie JL. Evaluation of myocardial perfusion and function by single photon emission computed tomography. Semin Nucl Med 1987 Jul; 17(3) : 200-213
20. Royal HD, Hill TC, Holman BL. Clinical brain imaging with isopropyl-iodoamphetamine and SPECT. Semin Nucl Med 1985 Oct; 15(4) : 357-376
21. Eill PJ, Jaritt PH, Costa DC, Cullum ID, Lui D. Functional imaging of the brain. Semin Nucl Med 1987 Jul; 17(3) : 214-229
22. Van Heertum RL, Brunetti JC, Yudd AP. Abdominal SPECT imaging. Semin Nucl Med 1987 Jul; 17(3) : 230-246
23. Collier BD, Hellman RS, Krasnow AZ. Bone SPECT. Semin Nucl Med 1987 Jul; 17(3) : 247-266