บทบรรณาธิการ

Magnetic Resonance Imaging (MRI)

นิตยา สุวรรณเวลา*

ปัจจุบันมีความเจริญทางวิทยาการที่จะทำให้เห็นภาพอวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกายมนุษย์ (Medical imaging) เพื่อช่วยในการวินิจฉัยและรักษาโรคนอกเหนือจากการถ่ายภาพเอกซ์เรย์ธรรมดาหลายอย่าง[1] เรื่องที่ในปัจจุบันเป็นเรื่องใหม่ได้รับความสนใจและพัฒนาได้ดีพอที่ใช้ได้ทั่วไปในวงการแพทย์ คือ MRI ซึ่งในขณะนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้แพร่หลายมากในต่างประเทศ

MRI หรือ Magnetic resonance imaging เป็นชื่อใหม่ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน แต่เดิมใช้ชื่อว่า NMR (Nuclear magnetic resonance), NMR imaging, Spin imaging, Spin mapping, NMR tomography หรือ Zeugmatography

MRI คืออะไร

ความจริงได้มีผู้ค้นพบมานานแล้วว่า ภายในนิวเคลียสของธาตุมีกำลังแม่เหล็กอยู่ นับตั้งแต่ปี ค.ศ. 1946 นักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกันสองกลุ่มได้ค้นพบเรื่องนี้ คือ Bloch[2] และ Purcell[3] ซึ่งได้ลงพิมพ์ผลงานพร้อมกัน ต่อมา Bloch และ Purcell ได้รับรางวัล Nobel Prize สาขาฟิสิกส์ในปี ค.ศ. 1952 ความรู้นี้ได้นำมาใช้ในการวิเคราะห์แยกสาร (sample analysis) หรือ spectroscopy ในสาขาวิทยาศาสตร์[4] ในระยะต่อมาจึงได้มีการศึกษาทดลองและสามารถนำสัญญาณแม่เหล็กจากนิวเคลียสมาสร้างเป็นภาพได้ ซึ่งภาพแรกของ MRI ได้รับการพิมพ์เผยแพร่ในปี ค.ศ. 1973 โดย Lauterbur[5] ซึ่งเรียกชื่อว่า Zeugmatography ต่อมาก็ได้นำมาใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์ ซึ่งนับแต่ได้นำมาใช้ในทางคลีนิกในปี ค.ศ. 1981 ก็ได้มีวิวัฒนาการและพัฒนาการอย่างรวดเร็ว[6,7,8,9,10]

หลักการของเครื่อง MRI ค่อนข้างยุ่งยากในทางฟิสิคส์[11,12,13,14,15,16] หลักการพื้นฐานโดยย่อก็คือ ภายใน atom ของ nucleus ของธาตุที่มี proton หรือ neutron เป็นเลขคี่ เช่น Hydrogen-1, Phosphorus-31, Carbon-13, Sodium-23 จะมีการเคลื่อนที่ของ proton และ neutron เหมือนลูกข่าง (spin) และมีกำลังแม่เหล็กเล็ก ๆ (small magnetic moment) โดยเฉพาะ nucleus ของ Hydrogen คือ proton โดยปกติแล้วแกนหมุนและแม่เหล็กจะกระจายไม่เป็นระเบียบ แต่ถ้ามีสนามแม่เหล็กภายนอกที่มีพลังมาก จะทำให้ nucleus ซึ่งทำตัวเป็นเหมือนแท่งแม่เหล็กเล็ก ๆ นั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงเรียงตัวเป็นระเบียบตามทิศทางของสนามแม่เหล็กที่ใส่เข้าไป ขณะเดียวกันถ้าใส่คลื่นความถี่ radiofrequency pulse (RF) ที่ได้จากขดลวดเข้าไปให้พอเหมาะเท่ากับความถี่ของการหยุดหมุนของ nucleus (Lamor frequency) แล้ว จะทำให้แนวการหมุนของ nucleus เปลี่ยนไป และ nucleus ก็จะดูดซึมพลังงานจากคลื่นความถี่นั้นเข้าไปและอยู่ในภาวะ "exited" การถ่ายพลังงานเช่นนี้เปรียบเหมือนกับการที่ให้คลื่นเสียงส่งผ่านไปยังวัตถุจะทำให้วัตถุนั้นเกิดการสั่นสะเทือน (vibrate) ได้เป็นการ "สะท้อน" (resonance) เมื่อเราเอา radiofrequency pulse ออก nucleus ก็จะเปลี่ยนแนวกลับเข้าสู่แนวเดิมในสนามแม่เหล็กพร้อมกับปล่อยพลังงานที่ดูดซึมไว้ออกมา ซึ่งจะมีกำลังที่อ่อนมาก แต่ก็สามารถวัดสัญญาณได้ สัญญาณนี้จะแล้วแต่ชนิด nucleus และขึ้นอยู่กับจำนวนของ nucleus ด้วย จึงสามารถใช้ในการวิเคราะห์ (analysis) ของสารเคมี (chemical samples) ต่าง ๆ ได้

สำหรับการสร้างภาพ MRI เพื่อการวินิจฉัยโรคนั้นใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งจะขยายสัญญาณ, วัดสัญญาณ และสร้างภาพได้โดยจะต้องวัดสัญญาณที่ส่งออกมาในแต่ละส่วนเล็ก ๆ ย่อย ๆ โดยการแบ่งอวัยวะหรือบริเวณที่จะตรวจออกเป็นชั้น ๆ (Slice) และแบ่งแต่ละชั้นออกเป็นแถว และแต่ละแถวแบ่งออกเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาดเล็กมาก เมื่อมีสัญญาณส่งออกมา จะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์คำนวณทางคณิตศาสตร์เปลี่ยนออกมาเป็นรูปภาพทำให้เห็นส่วนต่าง ๆ ได้ชัดเจน ซึ่งการใช้ radiofrequency อาจใช้เป็นชุดแทนที่จะใช้ครั้ง

*ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เดียว การวัดสัญญาณก็จะวัดในระยะเวลาต่าง ๆ กัน ทำให้จะได้ภาพคนละระยะ อาจมีความทึบต่าง ๆ กัน เช่น ในบางระยะจะเห็นน้ำในภาพทึบเป็นสีขาว แต่ภาพในบางระยะจะเห็นน้ำเป็นสีดำ สำหรับร่างกายมนุษย์ประกอบด้วยน้ำเป็นส่วนใหญ่ ในปัจจุบันจึงใช้วัดสัญญาณจากนิวเคลียส์ของธาตุไฮโดรเจนซึ่งประกอบเป็นน้ำอยู่ในร่างกาย อวัยวะและเนื้อเยื่อของมนุษย์ ขณะเดียวกันก็มีผู้พยายามใช้วัดจากนิวเคลียสของธาตุอื่น ๆ ซึ่งเป็นวิวัฒนาการต่อไป[17]

โดยสรุปแล้วเครื่อง MRI จะประกอบไปด้วยเครื่องทำสนามแม่เหล็กที่มีกำลังแรงมาก เช่น 5,000-20,000 gauss หรือ 0.5-2 Tesla (1 Tesla = 10 kilogauss) ซึ่งสนามแม่เหล็กโลกมีความแรงเพียง 0.5 gauss. สนามแม่เหล็กนี้จะต้องสม่ำเสมอและคงที่ (uniform, stable) แต่ก็ต้องสามารถเปลี่ยน magnetic field gradients ตามแนวต่าง ๆ ได้รวดเร็ว เป็นช่องทรงกระบอกให้ผู้ป่วยผ่านเข้าไปอยู่ภายใน มีเครื่องส่งและรับ radiofrequency (RF) ซึ่งเป็นขดลวด (coil) เครื่องวัดนี้อาจวิวัฒนาการมาเป็นแบบใช้วัดเฉพาะที่ (surface coil) เพื่อให้ได้รายละเอียดและภาพชัด นอกจากนี้จะมีเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งจะวัดแปรสัญญาณคำนวณและสร้างภาพ ซึ่งภาพที่ได้จะปรากฏบนจอ และอาจบันทึกไว้ได้โดยแผ่นฟิลม์

การใช้ในทางคลินิก

ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันว่า ภาพของอวัยวะร่างกายที่ได้จากเครื่อง MRI เป็นภาพที่เห็นได้ดีและชัดเจนที่สุดในโลกจึงมีที่ใช้เพื่อช่วยในการวินิจฉัยและรักษาโรคในหลายระบบ[1,13,16,18,19,20] เช่นระบบสมองและประสาทส่วนกลาง[21,22,23] สามารถเห็นความเปลี่ยนแปลงของเนื้อภายในซึ่งเอกซ์เรย์คอมพิวเตอร์ไม่เห็น เช่นในโรค multiple sclerosis[24] ในส่วนหัว, ตา[25], คอ[26], ช่องทรวงอกระบบหัวใจและหลอดเลือด[27,28], ช่องท้อง[29,30,31,32,33] ช่องเชิงกราน[34] กล้ามเนื้อ, กระดูก และแม้ในเด็ก ซึ่งจะเห็นภาพได้ชัดเจน

นอกจากนี้ในปัจจุบันยังมีวิวัฒนาการการใช้สาร pharmaceuticals เป็น contrast agent ช่วยให้เห็นภาพได้ดีขึ้น และอาจใช้ศึกษา physiology และ biochemistry ได้ด้วย[35,36,37]

เครื่อง MRI ดีอย่างไร

1. ข้อดีที่สุดของเครื่อง MRI คือเป็นวิธีการตรวจที่ไม่ทำให้เกิดความเจ็บปวด และยังไม่พบว่ามีอันตรายจากการตรวจด้วยเครื่องนี้

2. ข้อดีมากอีกข้อหนึ่งก็คือเครื่องนี้ไม่ได้ใช้รังสีแต่เป็นคลื่นแม่เหล็ก ทำให้ผู้ป่วยไม่ได้รับรังสี ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายต่างกับเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์

3. ภาพที่ได้จากการตรวจด้วยเครื่องนี้มีความละเอียดชัดเจนมากที่สุดเท่าที่มีอยู่ในปัจจุบัน โรคบางอย่างอาจไม่เห็นในเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ก็อาจเห็นได้โดยการตรวจด้วยเครื่องนี้ ทำให้วินิจฉัยโรคได้ละเอียดถูกต้องและแม่นยำ

4. สามารถถ่ายภาพร่างกายและอวัยวะได้ในแนวต่าง ๆ ทั้งแนวขวาง แนวตั้งทางด้านข้าง และแนวตั้งทางด้านหน้า ทำให้เห็นภาพความผิดปกติได้ละเอียดมาก ซึ่งเอกซเรย์คอมพิวเตอร์จะถ่ายภาพได้เฉพาะแนวขวาง

5. เนื่องจากธาตุ Hydrogen มีอยู่ทั่วไปในร่างกายมนุษย์ และสามารถส่งสัญญาณออกมาทำให้วัดได้ละเอียด การมีอำนาจทะลุทะลวง ช่วยให้ได้ภาพที่ชัดเจนกว่าการตรวจด้วยวิธีอื่น ๆ

6. ในอนาคตอาจใช้วัดสัญญาณจากธาตุอื่น ๆ ในร่างกาย เช่น Phosphorus ซึ่งอาจใช้ติดตามดูการไหลเวียนหรือการใช้ธาตุต่าง ๆ เป็นการศึกษาทางชีวเคมี (biochemistry) และสรีรวิทยา ตลอดจน พยาธิวิทยา (pathophysiology) ภายในร่างกายได้

ข้อเสียของเครื่อง MRI

1. มีราคาแพงมาก

2. เนื่องจากเป็นเครื่องที่ใช้สนามแม่เหล็กกำลังสูง จึงต้องป้องกันโดยการใช้เครื่องกำบังคลื่นแม่เหล็กจากสารแม่เหล็กโดยรอบ ปัจจุบันสามารถติดตั้งภายในอาคารธรรมดาได้โดยใช้เครื่องกำบังดังกล่าว

3. ผู้ป่วยที่ใช้เครื่องกระตุ้นหัวใจ (pace maker) หรือภายในร่างกายมีโลหะที่ใส่ไว้จากการผ่าตัด จะใช้เครื่องนี้ไม่ได้เพราะจะถูกรบกวนด้วยกระแสคลื่นแม่เหล็ก

โดยสรุปแล้ว MRI เป็นเครื่องมือทางการแพทย์ใหม่ที่ให้ประโยชน์มากมายมีความละเอียดแม่นยำ เป็นเครื่องมือที่มีราคาแพงมาก ตามที่ได้มีผู้คำนวณในด้านเศรษฐกิจเรื่องนี้ไว้[38] การที่จะมีเครื่องมือนี้ในประเทศไทย คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หรือโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์เป็นสิ่งที่น่าจะได้เตรียมการวางแผนไว้ล่วงหน้า พร้อมทั้งต้องศึกษาติดตามดูวิวัฒนาการของวิชาการ และเครื่องมือเพื่อว่าในวันหนึ่งข้างหน้าถ้าเราสามารถมีเครื่องมือได้ก็จะได้เลือกใช้ได้ถูกต้อง และรู้จักใช้ให้ได้ประโยชน์สูงสุดคุ้มค่าของเครื่องมือ

อ้างอิง

1. Margulis AR, Shea WJ, Jr. Advances in imaging technology and their impact on medicine. Br J Radiol 1986 Apr; 59(700) : 309-315
2. Bloch F, Hansen WW, Packard ME. Nuclear induction. Phys Rev 1946; 69 : 127
3. Purcell EM, Torrey HC, Pound RV. Resonance absorption by nuclear magnetic moments in a solid. Phys Rev 1946; 69 : 37
4. Shaw D. Fourier transform NMR spectroscopy. Amsterdam : Elsevier, 1976.
5. Lauterbur PC. Image formation by induced local interactions : examples employing nuclear magnetic resonance. Nature 1973 Mar 16; 242(5394) : 190-196
6. Alfidi RJ, Haaga JR, EL-Yousef SJ, Bryan PJ, Fletcher BD, Lipuma JP. Preliminary experimental results in humans and animals with a superconducting whole-body nuclear magnetic resonance scanner. Radiology 1982 Apr; 143(1) : 175-181
7. Buonanno FS, Pyke LL, Brady TJ, Black P, New PF, Richardson EP, Jr. Clinical relevance of two different nuclear magnetic resonance approaches to imaging of a low gradr astrocytoma. J Comput Assist Tomoge 1982 Jun; 6(3) : 529-535
8. Crooks L, Arakawa M, Hoenninger J, Watts J, McRee R, Kaufman L. Nuclear magnetic resonance whole-body imager operating at 3,5 K. Gauss. Radiology 1983 Apr; 143(1) : 169-174
9. Young IR, Bailes DR, Burl M, Collins AG, Smith DT, McDonnell MJ. Initial clinical evaluation of a whole body nuclear magnetic resonance (NMR) tomograph. J Comput Assist Tomogr 1982 Feb; 6(1) : 1-18
10. Lufkin RB, Keen R, Rhodes M, Quinn J, Glenn W, Hanafee W. MRI simulator for introduction in pulse-sequence selection. AJR 1986 Jul; 147(1) : 199-202
11. Abraham A. The Principles of Nuclear Magnetism. London : Oxford University Press, 1961.
12. Kaufman L. Crooks LE, Margulis AR. Nuclear Magnetic Resonance Imaging in Medicine. New York-Tokyo; Igaku-Shoin, 1981.
13. Margulis AR, Higgins CB, Kaufman L, Crooks LE. Clinical Magnetic Resonance Imaging. Radiology Research and Education Foundation Sanfrancisco. 1983.
14. Kramer DM. Basic principles of magnetic resonance imaging. Radiol Clin North Am 1984 Dec; 22(4) : 765-778
15. Kreel L. Medical Imaging. CT U/S IS NMR. HM + M Publishers, 1979.
16. Partain L, James AE, Rollo FD, Price RR. Nuclear Magnetic Resonance (NMR) Imaging. Philadelphia : W.B. Saunders, 1983.
17. Perman W, Hayes CE, Glover GH, et al. The Physics of in vivo Human Sodium NMR Imaging. Society of Magnetic Resonance in Medicine. Third Annual Meeting, New York, August 13-17, 1984.
18. Steiner RE. New imaging techniques : their relation to conventional radiology. Br Med J (Clin Res) 1982 May 29; 284(6329) : 1590-1592
19. Ribkim MD. Diagnostic Imaging of the Lower Genitourinary Tract. N.Y : Raven Press, 1984. 52-55
20. Kaufman L, Crooks LE, Margulis AR. Nuclear Magnetic resonance Imaging in Medicine. New York-Tokyo : Igaku-Shoin, 1981.
21. Bydder GM, Steiner RE, Young IR, Hall AS, Thomas DJ, Marshall J. Clinical NMR imaging of the brain : 140 cases AJR 1982 Aug; 139(2) : 215-236
22. Naruse S, Horikawa Y, Ranaka C, Hirakawa K, Tanaka C, Hirakawa K. Proton Nuclear Magnetic Resonance Studies on Brain Edema. J Neurosurg 1982 Jun; 56(6) : 747-752
23. Bottomley PA, Hart HR, Jr., Edelstein WA, Schenck JF. Anatomy and metabolism of the normal human brain studied by magnetic resonance at 1.5 tesla. Radiology 1984 Feb; 150(2) : 441-446
24. Young IR, Hall AS, Pallis CA, Legg NJ, Bydder GM, Steiner RE. Nuclear magnetic resonance imaging of the brain in multiple sclerosis. Lancet 1981 Nov 14; 2(8255) : 1063-1066
25. Lerman S, Ashley DL, Long RC, Jr, Goldstein JH, Megaw JM. Nuclear magnetic resonance analysis of the cold cataract : whole lens studies. Invest Ophthal Vis Sci 1982 Aug; 23(12) : 281-286
26. Glazer HS, Niemeyer JH, Balfe DM. Neck Neoplasms : MR imaging, Part I. initial evaluation. Radiology 1986 Aug; 160(2) : 343-348

27. Higgins CB. Overview of MR of the heart - 1986. AJR 1986 May; 146(5) : 907-918
28. Fletcher BD, Jacobstein MD. MRI of congenital abnormalities of the great arteries. AJR 1986 May; 146(5) : 941-948
29. Belt TG, Cohen MD, Smith JA, Cory DA, Mc Kenna S, Weetman R. MRI of Wilms' tumor : promise as the primary imaging. AJR 1986 May; 146(5) : 955-962
30. Smith FW, Reid A, Hutchinson JM, Mallard JR. Nuclear magnetic resonance of the pancreas. Radiology 1982 Mar; 142(3) : 677-680
31. Smith FW, Mallard JR, Reid A, Hutchison JM. Nuclear magnetic resonance tomographic imaging in liver disease. Lancet 1981 May 2; 1(8227) : 963-966
32. Hawkes RC, Holland GN, Moore WS, et al. Nuclear magnetic resonance (NMR) tomography of the normal abdomen. J Comput Assist Tomogr 1981 Oct; 5(5) : 613-618
33. Hricak H, Filly RA, Margulis AR, Moon KL, Crooks LE, Kaufman L. Work in progress : nuclear magnetic resonance imaging of the gallbladder. Radiology 1983 May; 147(2) : 481-484
34. Hricak H. MRI of the female pelvis : a review. AJR 1986 Jun; 146(6) : 1115-1122
35. Wehrli FW, MacFall JR, Newton TH. Parameters Determining the Appearance of NMR Images. Modern Neuroradiology vol II. Advanced Eds. Imaging Techniques. Eds. Newton TH, Potts DG. San Anselmo. CA : Clavadel Press, 1983.
36. Saini S, Stark D, Brady TJ, Wittenberg J, Ferrucci JT, Jr. Dynamic spinecho MRI of liver cancer using gadolinium - DTPA. AJR 1986 Feb; 147(2) : 357-362
37. Wolf GL, Joseph PM, Goldstein EJ. Optimal pulsing sequences for MR contrast agents. AJR 1986 Feb; 147(2) : 367-372
38. Evens RG. Economics costs of nuclear magnetic resonance imaging. J Comput Assist Tomogr 1984 Apr; 8(2) : 200-203

จุฬาลงกรณ์เวชสารได้รับต้นฉบับเมื่อวันที่ 14 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2529