

การตรวจเส้นประสาทสมองคู่ที่ 7 และ 8 ด้วยเครื่องสร้างภาพ สนามแม่เหล็กไฟฟ้า 3T โดยเทคนิค 3D T₂ weighted ที่สถาบันประสาทวิทยา

ศรายุทธ วงศ์เหลา จก.บ.

สถาบันประสาทวิทยา แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400

Detection of the 7th and 8th Cranial Nerve by MRI 3T Using 3D T₂ Weighted Technique at Prasat Neurological Institute

Sarsyut Wonglao, B.Sc.

Prasat Neurological Institute, Khwang Thung Phyathai. Khet Ratcha Thewi,
Bangkok, 10400

(E – mail: sr – wonglao@outlook.com)

(Received: August 13, 2019; Revised: May 12, 2020; Accepted: June 26, 2020)

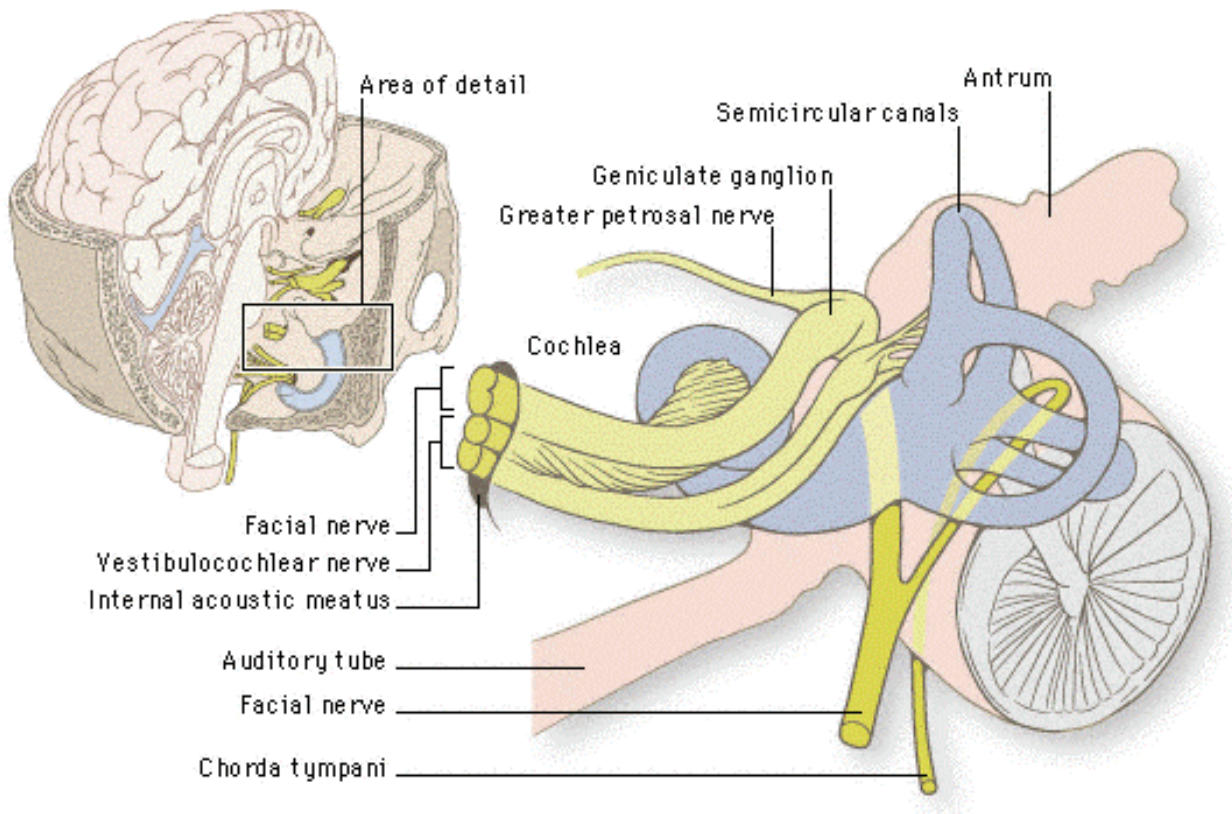
บทนำ

สถาบันประสาทวิทยามีการตรวจเส้นประสาทสมอง (cranial nerves) เป็นจำนวนมาก รวมทั้งเส้นประสาทสมองคู่ที่ 7 เส้นประสาทเฟเชียล (facial nerve) และคู่ที่ 8 เส้นประสาทเวสทิบูลโคเคลียร์ (vestibulocochlear nerve) การสร้างภาพเพื่อแยกเส้นประสาทสมองคู่ที่ 7 และคู่ที่ 8 ด้วยเครื่องสร้างภาพสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (magnetic resonance imaging; MRI) ให้เห็นความแตกต่าง รวมทั้งความคมชัดของภาพนั้น โดยทั่วไปการตรวจสมองด้วยเทคนิคธรรมดา (routine technique) ไม่เพียงพอที่จะสามารถแยกเส้นประสาทสมองคู่ที่ 7 และ 8 ได้ชัดเจน จำเป็นต้องอาศัยการสร้างภาพสนามแม่เหล็กด้วยเทคนิคพิเศษช่วย ซึ่งเรียกเทคนิคการสร้างภาพนี้ว่า 3D (three - dimensional) T₂ weighted เทคนิคการสร้างภาพโดยวิธีนี้จะช่วยแยกความแตกต่าง

ของเส้นประสาทสมองคู่ที่ 7 และ 8 ได้ชัดเจน เนื่องด้วยเป็นเทคนิคการสร้างภาพที่ใช้ความหนาของสไลซ์ที่บางและความคมชัดของภาพที่สูง รวมทั้งสามารถนำข้อมูลไปใช้สร้างภาพในแนวอื่นได้ ผู้เขียนได้ศึกษาเนื้อหาเกี่ยวกับลักษณะโครงสร้าง (anatomical structure) ของเส้นประสาทสมองคู่ที่ 7 และ 8 ถึงหน้าที่และผลกระทบเนื่องจากเส้นประสาทถูกทำลาย รวมทั้งเทคนิคในการสร้างภาพ หลักการทางฟิสิกส์ ข้อดีและข้อจำกัดของแต่ละเทคนิค เพื่อให้บุคลากรทางการแพทย์ที่สนใจ สามารถใช้เพื่อพิจารณาและเป็นแนวทางในการสร้างภาพเส้นประสาทสมอง

เนื้อหา

ลักษณะโครงสร้างของเส้นประสาทสมองคู่ที่ 7 และ 8 ซึ่งรวมอยู่ใน internal auditory canal (IAC) หรือ internal acoustic meatus (IAM) (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 ลักษณะของเส้นประสาทสมองคู่ที่ 7 และ คู่ที่ 8 ซึ่งรวมอยู่ใน IAC (ที่มา: <http://www.medicallook.com>)

เส้นประสาทสมองคู่ที่ 7 เส้นประสาทเฟเชียล (Facial nerve)¹⁻²

มีจุดกำเนิดมาจากก้านสมอง (brain stem) ที่อยู่ระหว่าง pons และ medulla หรือเรียกบริเวณนั้นว่า pontomedullary junction ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อในการแสดงสีหน้า (muscle of facial expression) กล้ามเนื้อสเตปีเดียส (stapedius muscle) รับความรู้สึกพิเศษเกี่ยวกับรสชาติจากด้านหน้า 2/3 ของลิ้น การทำงานของต่อมน้ำลายและต่อมน้ำตา (ยกเว้นต่อมพาริไทดิด)

ลักษณะกายวิภาค (anatomical) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. ภายในกะโหลกศีรษะ (intracranial) เส้นประสาทอยู่ภายในโพรงกะโหลกศีรษะ (cranial cavity) และทอดออกจาก stylomastoid foramen ของ temporal bone ประกอบด้วย motor root และ sensory root รวมกันเป็นเส้นประสาทเฟเชียล แล้วแยกออกเป็นแขนงของเส้นใยประสาทต่างๆ ได้แก่

1.1 เส้นใยประสาท greater petrosal เป็นเส้นประสาทประเภท Parasympathetic ที่ครอบคลุมไปถึงต่อม (gland) หรืออวัยวะคัดหลังต่างๆ ประกอบไปด้วย nasal gland, palatine

gland, lacrimal gland และ pharyngeal gland รวมทั้ง sphenoid sinus, frontal sinus, maxillary sinus, ethmoid sinus และ nasal cavity

1.2 เส้นใยประสาทควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ Stapedius ที่อยู่ใน Middle ear

1.3 Chorda tympani เป็นเส้นใยประสาทพิเศษที่ควบคุมความรู้สึกเกี่ยวกับรสชาติจากด้านหน้า 2/3 ของลิ้น รวมทั้ง submandibular gland และ sublingual gland

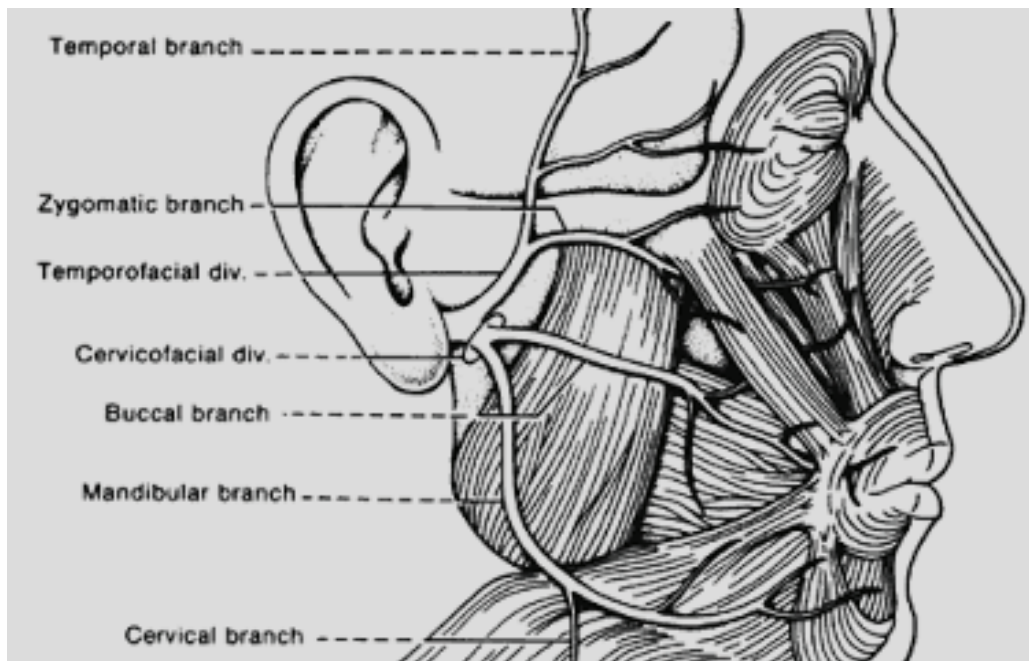
2. ภายนอกกะโหลกศีรษะ (extracranial) อยู่ระหว่าง stylomastoid foramen และ parotid gland ประกอบด้วยเส้นใยประสาทควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อต่างๆ ดังนี้

2.1 เส้นใยประสาท posterior auricular ควบคุมการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อรอบๆหู

2.2 เส้นใยประสาทควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ digastric

2.3 เส้นใยประสาทควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ Stylohyoid

2.4 เส้นใยประสาท 5 แขนง ที่อยู่ใน parotid gland ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อแสดงสีหน้า (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 5 เส้นใยประสาทที่ควบคุมกล้ามเนื้อแสดงสีหน้า (ที่มา: <http://www.entoken.com>)

2.4.1 เส้นใยประสาท temporal ควบคุม frontalis และ Orbicularis oculi

2.4.2 เส้นใยประสาท zygomatic ควบคุม orbicularis oculi

2.4.3 เส้นใยประสาท buccal ควบคุม orbicularis oris, buccinator และ zygomaticus

2.4.4 เส้นใยประสาท marginal mandibular ควบคุม Mentalis

2.4.5 เส้นใยประสาท cervical ควบคุม platysma

ผลกระทบเมื่อเส้นประสาทเฟเซียลถูกทำลาย

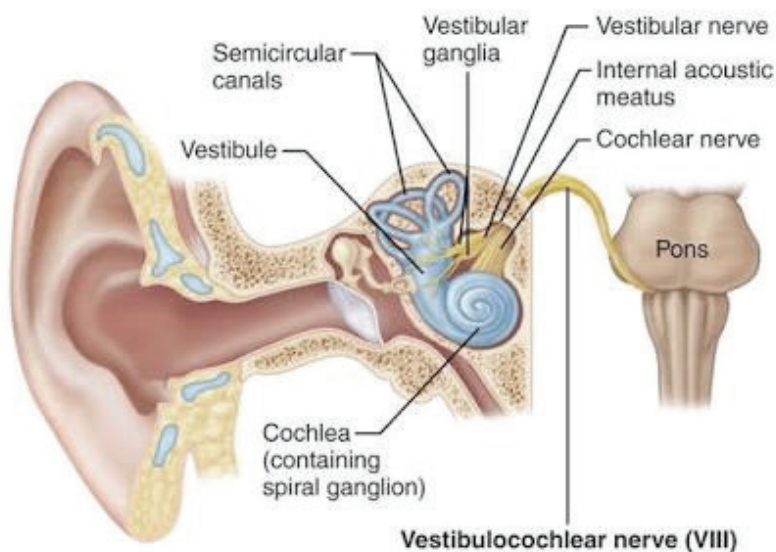
1. กล้ามเนื้อใบหน้าอัมพาต (facial palsy)

2. โรคใบหน้าอัมพาตครึ่งซีก (bell's palsy)

เส้นประสาทสมองคู่ที่ 8 เส้นประสาทเวสทิบิโลคอเคลียร์ (vestibulocochlear nerve)³⁻⁴

มีจุดกำเนิดมาจากนิวเคลียส 2 กลุ่ม ที่อยู่ติดกันภายในก้านสมอง (brain stem) ทำหน้าที่เกี่ยวกับรับรู้ความรู้สึกการได้ยิน การหมุนและแรงโน้มถ่วง (ซึ่งสำคัญในการทรงตัวและการเคลื่อนไหว) เส้นประสาทนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน (รูปที่ 3)

The Vestibulocochlear Nerves - VIII

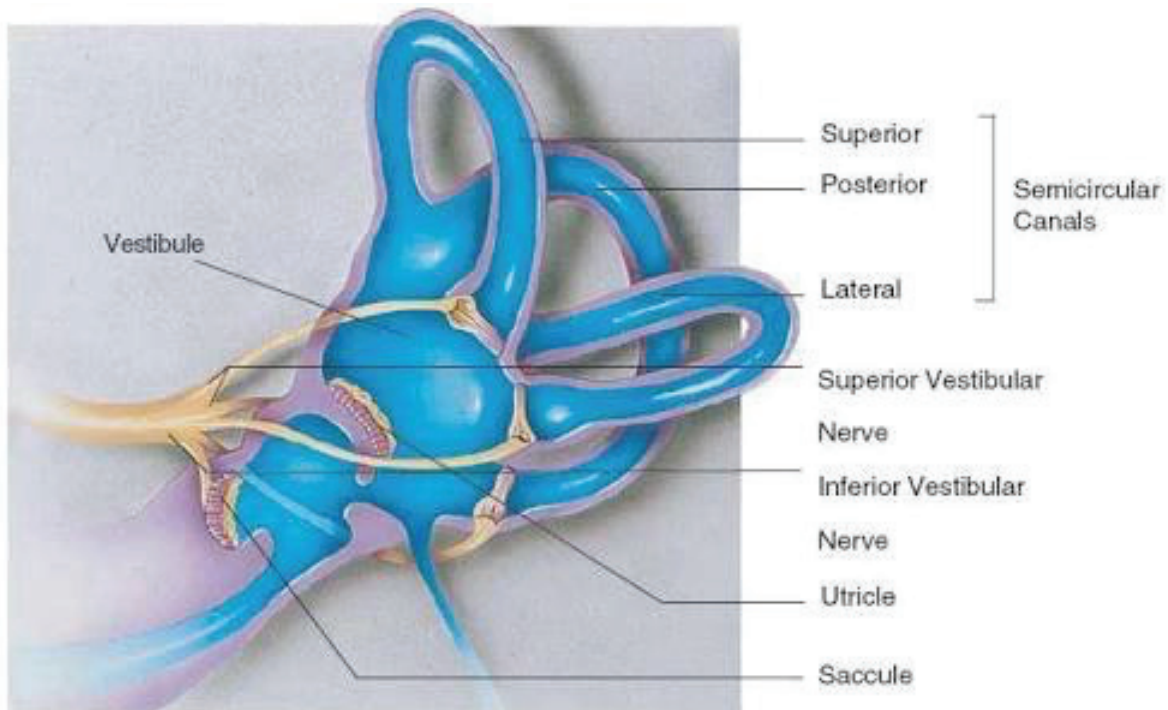


รูปที่ 3 Cochlear และ Vestibular portion (ที่มา: <http://www.antranik.org.com>)

1. Cochlear portion ทำหน้าที่เกี่ยวกับการรับและได้ยินเสียง
2. Vestibular portion ทำหน้าที่เกี่ยวกับการรู้ตำแหน่งของร่างกาย เพื่อรักษาสสมดุลในการทรงตัว ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน

(รูปที่ 4) ได้แก่

- 2.1 Superior vestibular
- 2.2 Inferior vestibular



รูปที่ 4 Superior และ Inferior vestibular (ที่มา: <http://www.otorinos2do.wordpress.com>)

ผลกระทบเมื่อเส้นประสาทเวสทิบิวโลคอเคลียร์ถูกทำลาย

1. มีความผิดปกติในการได้ยินเสียง
 - 1.1 การได้ยินเสียงลดลง (hearing loss)
 - 1.2 การได้ยินเสียงรบกวนในหู (tinnitus)
2. มีความผิดปกติในการรักษาสสมดุลการทรงตัว อาจเกิดขึ้นข้างเดียวหรือพร้อมกันทั้ง 2 ข้าง และมีผลทำให้ผู้ป่วยเสียสมดุลในการทรงตัว ร่างกายอาจสามารถหรือไม่สามารถปรับตัว เพื่อรักษาสสมดุลในการทรงตัว อาจต้องอาศัยการทำงานของอวัยวะอื่นช่วยชดเชยในการปรับตัว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของอาการ

เทคนิคการทำ 3D T₂ weighted โดยเครื่อง MRI 3T (Tesla) ที่สถาบันประสาทวิทยา มี 2 เทคนิค ได้แก่

1. 3D Constructive interference in steady state (CISS)⁵⁻⁸

เป็นชื่อ Pulse sequence ของบริษัท Siemens ส่วนบริษัทอื่นๆก็เรียกชื่อต่างกันไป เช่น FIESTA-C ของ GE, Balanced-FFE ของ Philip, True SSFP ของ Toshiba และ BASG ของ Hitachi เป็นต้น เป็นเทคนิค fully refocused steady-state gradient echo ซึ่งเทคนิคนี้สามารถตรวจหาพยาธิสภาพของรอยโรคได้ใน

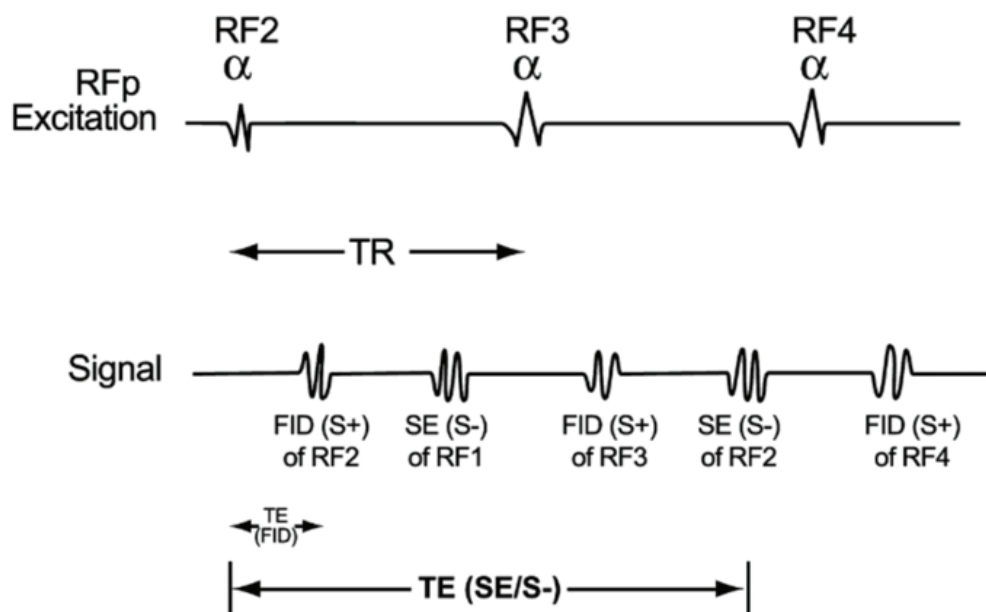
ขอบเขตที่กว้าง เมื่อ routine MRI sequence ไม่สามารถตรวจหาพยาธิสภาพบริเวณนั้นได้ อาจจะเนื่องจากโครงสร้างทางกายวิภาคของเนื้อเยื่อบริเวณนั้นๆ

พารามิเตอร์ (Parameter)

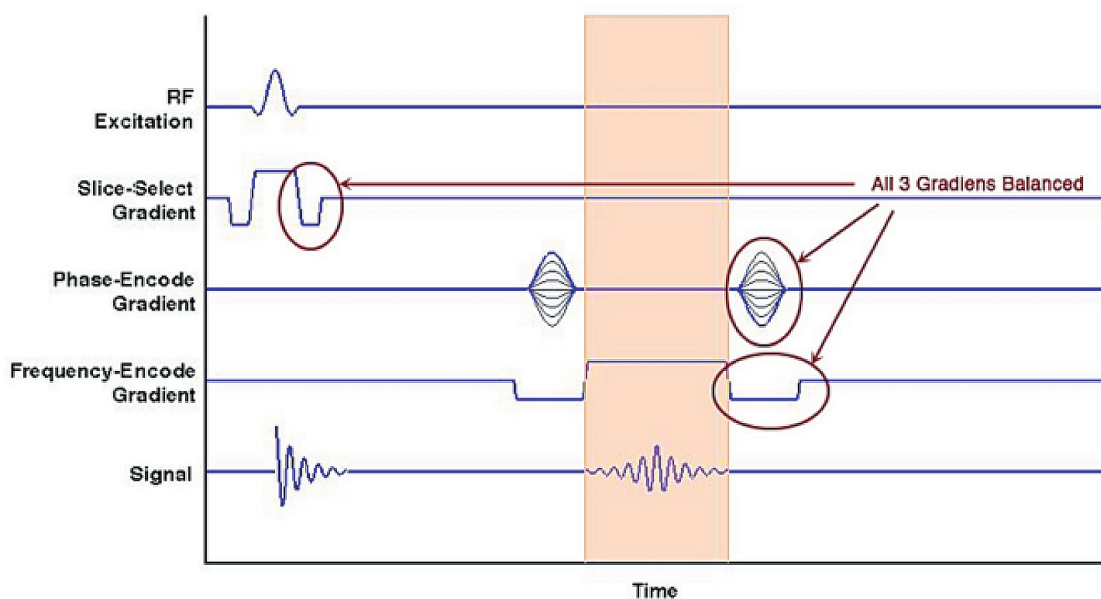
TR (Repetition time) /TE (Time to echo) = 6.1/2.9 ms, Field of view (FOV) = 150x150, Voxel size = 0.5x0.5x0.5 mm³, Flip angle (FA) = 50°, Matrix size = 320x288, Slice per slab = 56 และ Acquisition time = 5 min 6 sec

หลักการทางฟิสิกส์

Steady state sequence เป็นการสร้างภาพโดยเทคนิค gradient echo ซึ่งนำสัญญาณที่เหลืออยู่ในแนว transverse magnetization มาใช้ร่วมในการกระตุ้นสัญญาณครั้งต่อไป โดยการ refocus สัญญาณ steady-state magnetization ของสัญญาณในแนว transverse magnetization ระหว่าง TR ในสัญญาณ steady state นั้น ซึ่งประกอบไปด้วยสัญญาณ 2 ประเภทคือสัญญาณ free induction decay (S+) และ spin echo (S-) (ดังรูปที่ 5) โดยเทคนิค balanced-steady state free precession (TrueFISP ของ siemens, FIESTA ของ GE, balanced-FFE ของ Philip เป็นต้น) (ดังรูปที่ 6) โดยใช้ทั้ง 2 สัญญาณในการสร้างภาพ



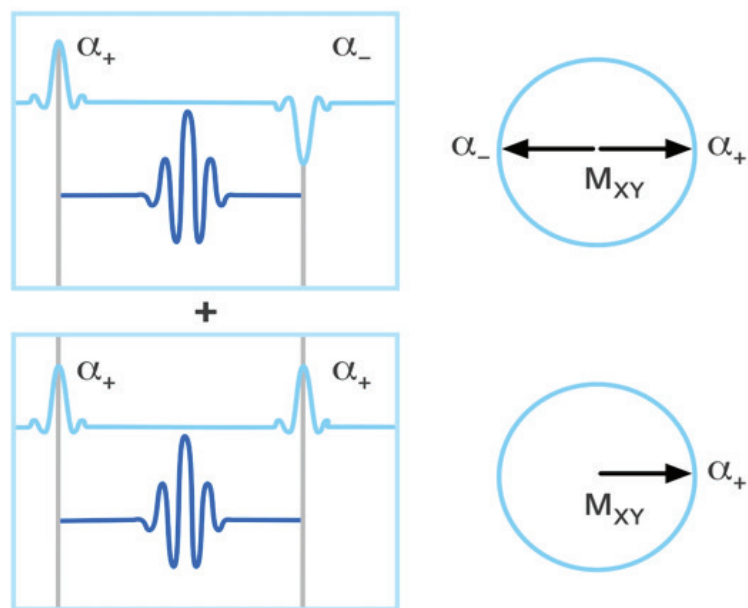
รูปที่ 5 สัญญาณ Free induction decay (S+) และ Spin echo (S-) (ที่มา: <http://doi.org/10.1148/rg.284075031>)



รูปที่ 6 balanced-steady state free precession sequence (ที่มา <http://courses.washington.edu/radphys/r3.html>)

3D CISS เป็นเทคนิคการสร้างภาพประกอบด้วย TrueFISP 2 sequences โดยการกระตุ้นสัญญาณครั้งแรกด้วย phase angle ของ RF pulse ที่เหมือนกันและอีกครั้งต่างกัน (ดังรูปที่ 7) แล้วนำสัญญาณทั้ง 2 มารวมกัน เพื่อลดสัญญาณรบกวน (artifact) ที่จะ

เกิดขึ้นในการสร้างภาพ เรียกสัญญาณรบกวนนี้ว่า banding artifact (รูปที่ 8) สาเหตุเกิดจากความแตกต่างทางกายวิภาคของเนื้อเยื่อ บริเวณที่กระตุ้นสัญญาณก่อให้เกิดความไม่สม่ำเสมอของสนามแม่เหล็ก (inhomogeneous)



รูปที่ 7 Phase angle ของ RF pulse ที่เหมือนกันและต่างกัน (α = Flip angle)
(ที่มา: [http://www.SiemensMedical.com/MagnetsFlows/Fastimaging techniques](http://www.SiemensMedical.com/MagnetsFlows/Fastimaging%20techniques))

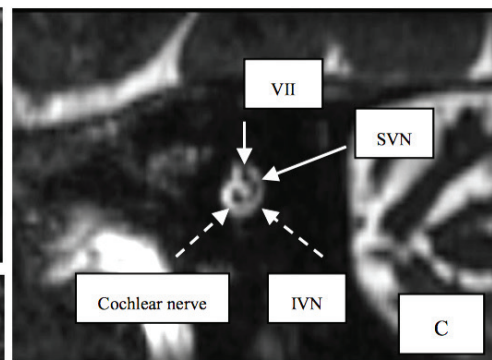
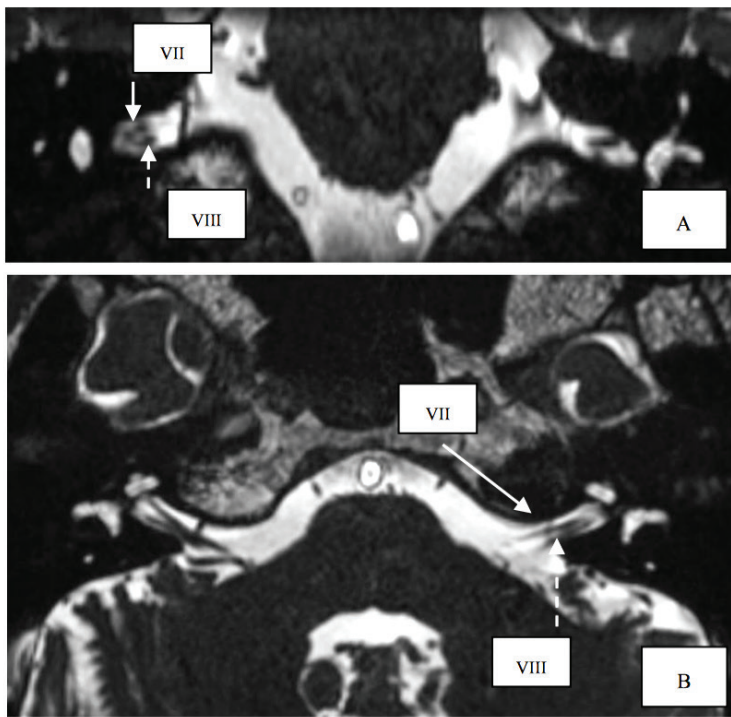


รูปที่ 8 banding artifact
(ที่มา <http://www.mriquestions.com>)

ลักษณะของภาพ 3D CISS

ผลจากการสร้างภาพด้วยเทคนิค 3D CISS (รูปที่ 9) ทำให้เกิดค่า T_2 relaxation time ที่ยาว และ T_1 relaxation time ที่สั้น ส่งผลให้สัญญาณของไขมันและน้ำสูงขึ้น ในขณะที่สัญญาณของเนื้อเยื่ออื่นๆ มีสัญญาณที่ต่ำ

ส่งผลดีในการแยกความแตกต่างของภาพระหว่างเนื้อเยื่ออื่นๆ ได้ดี เช่น น้ำกับเส้นประสาทสมอง เป็นต้น จึงเหมาะแก่การสร้างภาพ cisternography, CSF rhinorrhea และเส้นประสาทสมอง



รูปที่ 9 ลักษณะของภาพ 3D CISS ในแนวต่างๆ ดังนี้ A แสดงภาพแนวหน้า-หลัง (coronal), B แสดงภาพแนวนอน-ล่าง (transverse) และ C แสดงภาพแนวขวา-ซ้าย (sagittal) โดยที่ VII คือเส้นประสาทสมองคู่ที่ 7, VIII คือเส้นประสาทสมองคู่ที่ 8, SVN คือ superior vestibular nerve และ IVN คือ inferior vestibular nerve

ข้อดีของเทคนิค 3D CISS

1. Signal to noise ratio (SNR) และ contrast to noise ratio (CNR) มีค่าสูง
2. สามารถแยกน้ำและเนื้อเยื่ออื่นๆได้ดี
3. ลดสัญญาณรบกวนที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของน้ำไขสันหลัง (cerebro - spinal fluid; CSF) หรือเส้นเลือด (vessels) ต่างๆ
4. ลดความไม่สม่ำเสมอของสนามแม่เหล็ก

ข้อจำกัดของเทคนิค 3D CISS

1. ใช้เวลานาน
2. แสดงรายละเอียดของเนื้อเยื่อต่างๆได้ไม่ดี (poor contrast) เช่น gray - white matter เป็นต้น

2. 3D T₂ sampling perfection with application optimized contrast by using different flip angle evolution (SPACE)⁹⁻¹⁰

เป็นชื่อ pulse sequence ของบริษัท Siemens ส่วนบริษัทอื่นอย่างเช่น CUBE ของ GE, VISTA ของ Philips, isoFSE ของ Hitachi และ 3D MVOX ของ Toshiba เป็นต้น เป็นเทคนิค single - slab 3D Turbo spin echo (TSE) หรือ fast spin echo (FSE) ที่ใช้ RF refocusing pulse โดย variable flip angle เพื่อ

ลด specific absorption rate (SAR), turbo factor จำนวนมาก, echo spacing ที่สั้นมาก (3-4 ms) และ sampling efficiencies สูง ซึ่งจะได้ภาพที่มี resolution ที่สูง ภายในเวลาที่ยอมรับได้

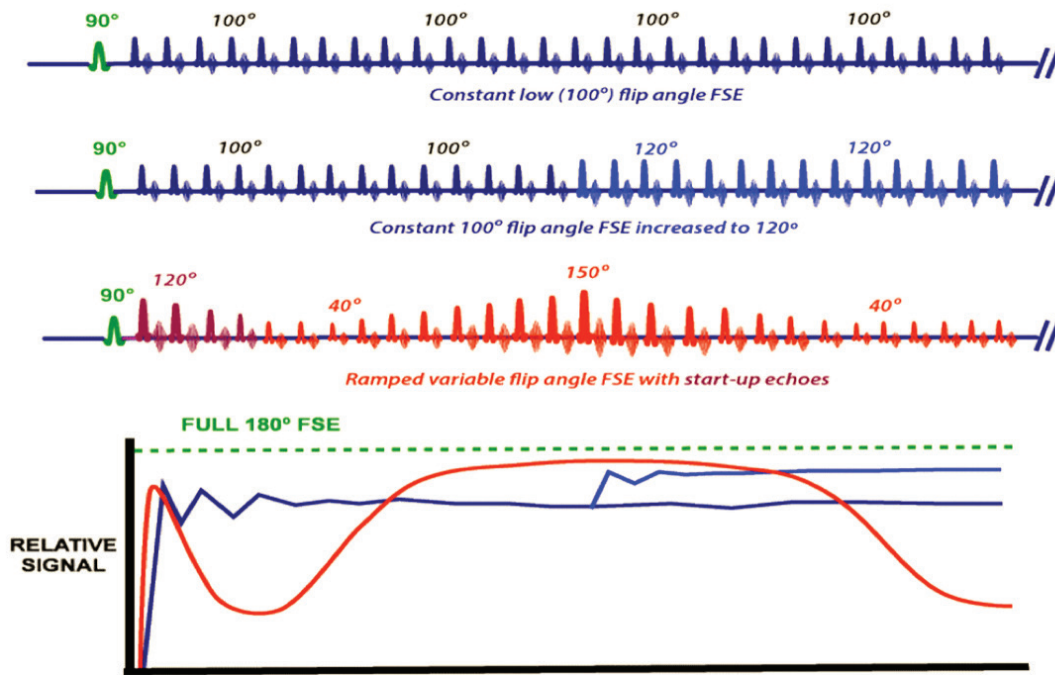
พารามิเตอร์ (Parameter)

TR/TE = 1,000/130 ms, FOV = 150x150, Voxel size = 0.5x0.5x0.5 mm³, FA = 120°, Matrix size = 320x320, Echo train length = 96, Slice per slab = 56 และ Acquisition time = 3 min 39 sec

หลักการทางฟิสิกส์

ข้อจำกัดที่สำคัญของเทคนิค 3D T₂ TSE คือปริมาณความร้อนหรือ SAR ที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการให้ RF refocusing pulses จำนวนมาก ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นเป็นสัดส่วนกับ flip angle ดังนั้น 180° RF pulse ที่ให้จะก่อให้เกิดความร้อนได้ 4 เท่า ของ 90° RF pulse ถึงแม้ว่าการลดขนาด flip angle refocusing pulse ลงจะช่วยให้อุณหภูมิความร้อนลดลง แต่อย่างไรก็ตามจะส่งผลทำให้สัญญาณหรือ signal intensity ลดลงด้วยเช่นกัน

เมื่อลดขนาดของ flip angle refocusing pulse ต่ำกว่า 180° RF pulse หรือที่นิยมใช้ variable flip angle pulses ซึ่งจะแบบ linearly หรือ sinusoidally ramp (รูปที่ 10)

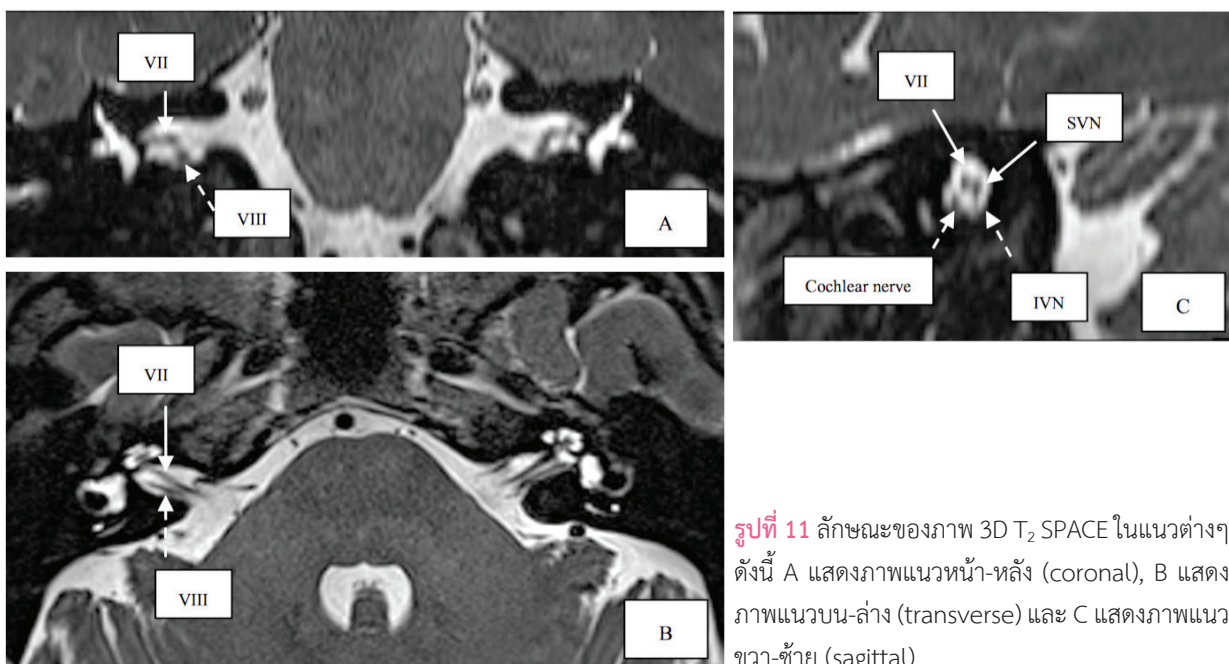


รูปที่ 10 Variable flip angle pulses แบบต่างๆ (ที่มา http://www.mriquestions.com/Reduce_Flip_Angle_FSE)

สัญญาณที่ออกมาจะมีสัญญาณชนิดหนึ่งที่เรียกว่า Pseudo-steady state (PSS) เป็นสัญญาณที่เกิดเนื่องจากการสลายตัวช้าของ T_1 และ T_2 relaxation time สัญญาณนี้จะถูกนำไปรวมกับสัญญาณในแนว Longitudinal magnetization ที่จะกระตุ้นสัญญาณในครั้งต่อไป มีผลทำให้ได้ signal intensity สูงขึ้น แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มสัญญาณ PSS ส่งผลดีต่อ signal intensity จึงจำเป็นต้องอาศัยเทคนิค variable flip angle pulses ใน echo train ซึ่งเทคนิคนี้เรียกว่า transition between pseudo – steady state (TRAPS)

ลักษณะของภาพ 3D T_2 SPACE

ผลจากการสร้างภาพโดยเทคนิค 3D T_2 SPACE จะได้ภาพที่มี SNR และ CNR สูงขึ้น เนื่องจากใช้ hyper-echoes, sampling efficiencies สูง แสดงรายละเอียดของเนื้อเยื่อต่างๆ ได้มาก susceptibility, flow และ chemical shift artifact ไม่มีผลต่อการสร้างภาพและลักษณะของภาพจะคล้ายๆ กับภาพของ 2D T_2 spin echo (รูปที่ 11)



รูปที่ 11 ลักษณะของภาพ 3D T_2 SPACE ในแนวต่างๆ ดังนี้ A แสดงภาพแนวหน้า-หลัง (coronal), B แสดงภาพแนวนอน-ล่าง (transverse) และ C แสดงภาพแนวขวา-ซ้าย (sagittal)

ข้อดีของเทคนิค 3D T₂ SPACE

1. High resolution 3D images (isotropic)
2. ลด SAR limit
3. ไม่มีผลต่อ susceptibility, flow และ chemical shift artifact
4. แสดงรายละเอียดของเนื้อเยื่อต่างๆได้ดี
5. Image acquisition time ยอมรับได้ เมื่อเทียบกับ resolution ที่ได้

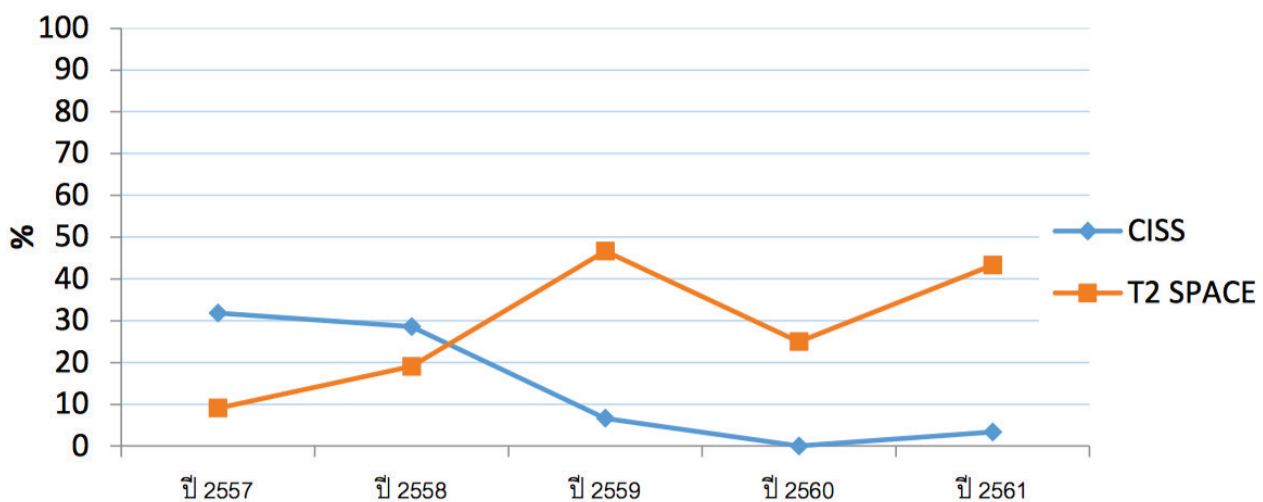
ข้อจำกัดของเทคนิค 3D T₂ SPACE เทคนิคนี้ช่วยลดข้อจำกัดต่างๆ เช่น SAR limit, SNR ที่ลดลง เนื่องจากลด flip angle อาศัยเทคนิค TRAPS เพื่อเพิ่ม SNR

วิจารณ์

จากการศึกษาการตรวจเพื่อแยกเส้นประสาทสมองคู่ที่ 7 และ 8 โดยเทคนิคการตรวจพิเศษที่เรียกว่า 3D T₂ weighted พบว่ามี 2 เทคนิค คือ เทคนิค 3D CISS และ 3D T₂ SPACE ซึ่งทั้ง 2 เทคนิคนี้มีหลักการฟิสิกส์ ลักษณะของภาพ ข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่าง

ต่างกัน โดยเทคนิค 3D CISS เป็นเทคนิคการสร้างภาพ gradient echo ในขณะที่เทคนิค 3D T₂ SPACE เป็นเทคนิคการสร้างภาพ Spin echo ซึ่งที่สถาบันประสาทวิทยาได้นำทั้ง 2 เทคนิคนี้มาใช้ในการตรวจและพบว่ารังสีแพทย์แต่ละคนเลือกใช้เทคนิคที่แตกต่างกัน

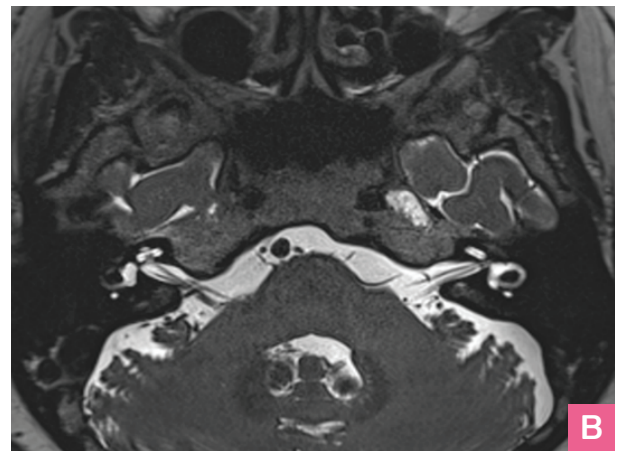
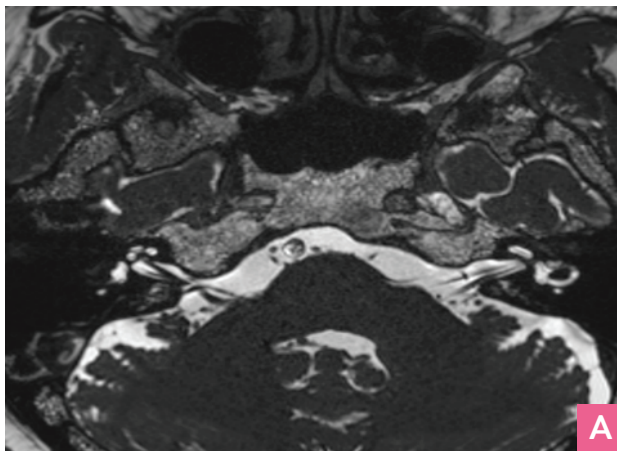
จากสถิติการตรวจเส้นประสาทสมองคู่ที่ 7 และ 8 ที่กลุ่มงานประสาทรังสีวิทยา ระบุส่วนตรวจ IAC จากระบบ pictures archiving and communication system (PACS) พบว่าปี 2557 มีจำนวน 22 ราย ใช้เทคนิค 3D CISS 7 ราย (31.82%), 3D T₂ SPACE 2 ราย (9.09%) และอื่นๆ 13 ราย (59.09%) ปี 2558 มีจำนวน 21 ราย ใช้เทคนิค 3D CISS 6 ราย (28.57%), T₂ SPACE 4 ราย (19.05%) และอื่นๆ 11 ราย (52.38%) ปี 2559 มีจำนวน 15 ราย ใช้เทคนิค 3D CISS 1 ราย (6.66%), 3D T₂ SPACE 7 ราย (46.67%) และอื่นๆ 7 ราย (46.67%) ปี 2560 มีจำนวน 12 ราย ใช้เทคนิค 3D CISS 0 ราย (0%), 3D T₂ SPACE 3 ราย (25%) และอื่นๆ 9 ราย (75%) และปี 2561 มีจำนวน 30 ราย ใช้เทคนิค 3D CISS 1 ราย (3.34%), 3D T₂ SPACE 13 ราย (43.33%) และอื่นๆ 16 ราย (53.33%)



รูปที่ 12 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การใช้เทคนิค 3D CISS และ 3D T₂ SPACE ตั้งแต่ปี 2557-2561

จากกราฟ (ดังรูปที่ 12) แสดงให้เห็นว่าตั้งแต่ปี 2557-2561 รังสีแพทย์เลือกใช้เทคนิค 3D T₂ SPACE มากกว่า 3D CISS จากการสอบถามพบว่า 3D T₂ SPACE แสดงรายละเอียดของเนื้อเยื่อต่างๆ

ได้ดีกว่า ในกรณีที่มีเนื้องอกสมอง (tumor) และขอบเขตของหลอดเลือดได้ชัดกว่า ง่ายต่อการวินิจฉัยโรค



รูปที่ 13 เปรียบเทียบภาพ ระหว่าง A แสดงภาพ transverse 3D CISS กับ B แสดงภาพ transverse 3D T₂ SPACE

เมื่อนำเอา 2 เทคนิคนี้มาวิเคราะห์ทฤษฎีและพารามิเตอร์ที่ใช้ในการสร้างภาพที่สถาบันประสาทวิทยา ผู้ศึกษาพบว่าเทคนิค 3D CISS ใช้เวลานานกว่า 3D T₂ SPACE โดยที่พารามิเตอร์อื่นๆ เหมือนกันและไม่ต่างกัน แต่ในทางทฤษฎี เทคนิค 3D CISS แยกเส้นประสาทสมองคู่ที่ 7 และ 8 ได้ชัดเจน เนื่องจากเทคนิคนี้มีผลทำให้ SNR และ CNR ระหว่างน้ำและเส้นประสาทสมองมีค่าแตกต่างกันสูง สังเกตได้จากเนื้อเยื่อต่างๆ ที่แสดงรายละเอียดไม่ชัดเจน (ดังรูปที่ 13) ในทางตรงข้ามเทคนิค 3D T₂ SPACE เป็นเทคนิคที่สามารถตรวจได้ครอบคลุมพยาธิสภาพมากกว่าเทคนิค 3D CISS และให้ Resolution ของภาพสูง สามารถแสดงรายละเอียด

เนื้อเยื่อต่างๆ ได้ดี จึงมีการนำเทคนิค 3D T₂ SPACE มาใช้ในการทำ 3D Navigator เพื่อวางแผนการผ่าตัด อย่างไรก็ตามจะเลือกเทคนิคชนิดใดนั้นก็ขึ้นอยู่กับรังสีแพทย์ของแต่ละที่ ซึ่งทั้ง 2 เทคนิคนั้นก็มียข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน

สรุป

3D CISS แสดงความแตกต่างและแยกเส้นประสาทสมองคู่ที่ 7 และ 8 ได้ชัดเจน เพราะให้ค่า SNR และ CNR ระหว่างน้ำและเส้นประสาทสมองที่สูง ในขณะที่ 3D T₂ SPACE สามารถแสดงรายละเอียดเนื้อเยื่อต่างๆ ได้ดี

References

1. Liam Curry. The facial nerve (CN VII). (Internet). (cited 2015 June15). Available from: <http://www.teachmeanatomy.info/head/cranial-nerves/facial-nerve.htm>.
2. Wikipedia. Facial nerve. (Internet). (cited 2014 Sep26). Available from: http://www.en.wikipedia.org/wiki/Facial_nerve.htm.
3. Teachme Anatomy. The Vestibulocochlear nerve (CN VIII). (Internet). (cited 2015 Dec14). Available from: <http://www.teachmeanatomy.info/head/cranial-nerves/vestibulocochlear.htm>.
4. Wikipedia. Vestibulocochlear nerve. (Internet). (cited 2014 Sep26). Available from: http://www.en.wikipedia.org/wiki/Vestibulocochlear_nerve.htm.
5. Runge VM, Nitz WR, Schmeets SH. Constructive Interference in a Steady State (CISS). The Physics of Clinical MR Taught Through Images. New York: Thieme, 2009; 2: 60-2.
6. Mrimaster.com. CISS (Fiesta-C, Phase balanced SARGE, PBSG). (Internet). (cited 2014 Dec 30). Available from: http://www.mrimaster.com/True_FISP_Dual_Excitation/CISS.htm.
7. Siemens medical. Variants of the gradient echo technique (CISS). Magnets, Flows and Artifacts. Erlangen, Germany: Siemens Medical Solution, 2010; 104-2.
8. Questions and Answers in MRI.FIESTA vs FIESTA-C. (Internet). (cited 2014). Available from: <http://www.mriquestions.com/fiesta-v-fiesta-c.htm>.
9. Runge VM, Nitz WR, Schmeets SH. 3D Imaging SPACE. The Physics of Clinical MR Taught Through Images. New York: Thieme, 2009; 2: 76-2.
10. Questions and Answers in MRI. Reduced Flip Angle FSE. (Internet). (cited 2014). Available from: <http://www.mriquestions.com/reduced-flip-angle-fse.htm>.