



มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะแพทยศาสตร์
ศิริราชพยาบาล

มูลนิธิโรคไตแห่งประเทศไทย

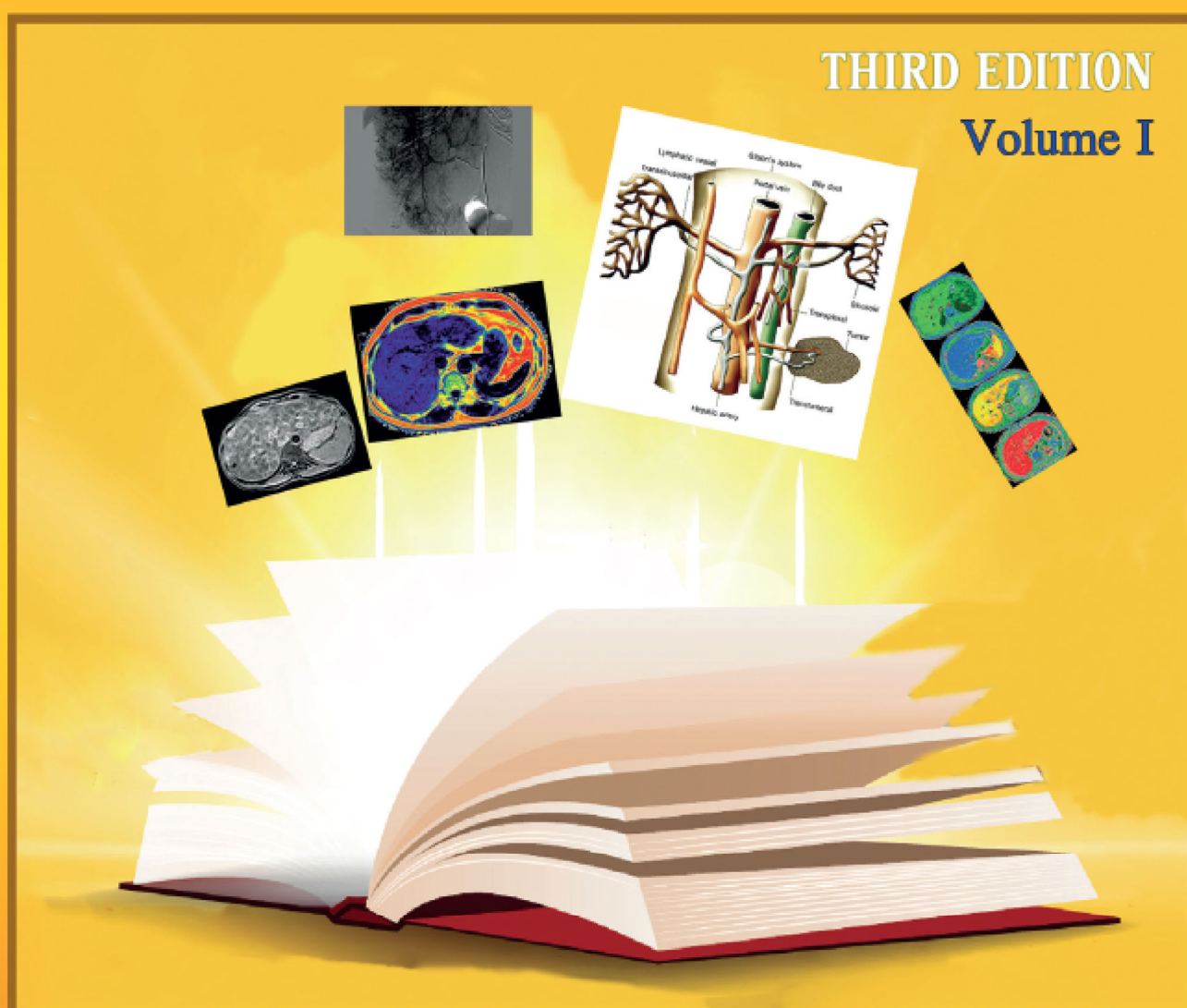


H

การวินิจฉัย
ภาพ MRI ของตับและทางเดินน้ำดี

EPATOBILIARY MRI

THIRD EDITION
Volume I



PORNPIM KORPRAPHONG

พรพิมพ์ กอแพร่พงศ์

บรรณาธิการ

การวินิจฉัย
ภาพ MRI ของตับและทางเดินน้ำดี

HEPATOBILIARY MRI



การวินิจฉัยภาพ MRI ของตับและทางเดินน้ำดี (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3) HEPATOBILIARY MRI (THIRD EDITION)

พิมพ์ ครั้งที่ 1--กรุงเทพฯ: กุมภาพันธุ์ พ.ศ. 2564
จำนวนพิมพ์ 100 เล่ม

ราคา 2,350 บาท

สงวนลิขสิทธิ์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล
ตามพระราชบัญญัติการพิมพ์ห้ามมิให้ทำซ้ำ หรือลอกเลียนแบบโดยมิได้รับอนุญาต

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

National Library of Thailand Cataloging in Publication Data

พรพิมพ์ กอแพร่พงศ์

การวินิจฉัยภาพ MRI ของตับและทางเดินน้ำดี--Hepatobiliary MRI--กรุงเทพฯ, 2559

674 หน้า: ภาพประกอบ

1.ตับ--ภาพวินิจฉัย MRI

2.ตับ--โรค--การวินิจฉัย

I. พรพิมพ์ กอแพร่พงศ์, บรรณาธิการ

II. ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

III. ชื่อเรื่อง: Hepatobiliary MRI

ISBN: 987-616-443-058-7 E-ISBN: 987-616-443-070-9

จัดพิมพ์และเผยแพร่โดย ภาควิชารังสีวิทยา

คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

2 ถนนวังหลัง แขวงศิริราช เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร 10700

โทรศัพท์ 0 2419 2886-9 โทรสาร 0 2411 0593

ออกแบบปก: เฉลิมพล เตชะวิเศษ

ออกแบบรูปเล่มพร้อมจัดพิมพ์ที่: บริษัท ไอดี ออล ดิจิตอล พรินท์ จำกัด (สำนักงานใหญ่)

52 ซอยเอกชัย 69 ถนนเอกชัย แขวงบางบอน เขตบางบอน กทม. 10150

โทรศัพท์: 02-8995429-35, มือถือ: 081-571-6880, แฟกซ์: 02-4164097

อีเมล: office2@ideol-print.com, ideolonline@gmail.com เว็บไซต์: www.IDEOL-Print.com

คำอุทิศ

ขอโน้มอุทิศคุณความดีของหนังสือเล่มนี้ แด่
บิดา และมารดา ที่ได้เลี้ยงดู อบรม สั่งสอน รวมทั้งให้ความรัก
และกำลังใจแก่ผู้นิพนธ์เสมอมา
เหล่าคณาจารย์ ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้ตั้งแต่เยาว์วัยจนเติบโตใหญ่
ผู้ป่วยทุกท่านที่เป็นเสมือนครูผู้สอน
พันตำรวจเอก นายแพทย์สุขสันต์ - นาย รอมพล - น.ส.พัทธธีรา - ด.ช. พีรณัฐ
สำหรับความรัก ความเข้าใจ และกำลังใจที่มีให้ผู้นิพนธ์มาโดยตลอด

ผู้นิพนธ์

พนิดา ชาญเชาว์วานิช

นักรังสีการแพทย์เชี่ยวชาญ

สาขาวิชารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

มหาวิทยาลัยมหิดล

วท.บ. (รังสีเทคนิค), Certificate of training in radiological technology, Hospital Broussais, Paris, France

นายแพทย์สมชัย ลิ้มศรีจำเริญ

อาจารย์

ภาควิชาศัลยศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

พบ.,ว.ว. (ศัลยศาสตร์ทั่วไป), FRCST.

(Diploma) American Board of Surgery, Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio, USA

Certificate, Fellowship in Multi-organ Transplant, University of Chicago, Chicago, Illinois, USA

ดร. ไพรัช สายวิรุณพร

รองศาสตราจารย์

สาขารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

วศ.บ. (วิศวกรรมไฟฟ้า) (เกียรตินิยมอันดับ 2)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

M.S. and Ph.D. in Biomedical Engineering

Boston University, MA, USA

แพทย์หญิงสุวิทย์ พจมานวิพุธ

รองศาสตราจารย์

สาขารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
พบ.,ว.ว. (รังสีวิทยาทั่วไป), อ.ว. (ภาพวินิจฉัยขั้นสูง)

Certificate, Fellowship in Abdominal Imaging, David Geffen School of Medicine at UCLA, Los Angeles, USA

แพทย์หญิงวิทนี ณ เชียงใหม่

ผู้ช่วยศาสตราจารย์

สาขารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา

คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

พบ.,ว.ว. (รังสีวิทยาทั่วไป), อ.ว. (ภาพวินิจฉัยขั้นสูง)

Certificate, Fellowship in Abdominal Imaging, Mallinkrodt Institute of Radiology, Washington School of Medicine, Washington University, St. Louis, USA

นายแพทย์วิทย์ วราวิทย์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (อาจารย์พิเศษ), สาขารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

พบ.,ว.ว. (รังสีวินิจฉัย), อ.ว. (ภาพวินิจฉัยขั้นสูง)

Fellowship in Body Imaging, University of Texas, M.D. Anderson Cancer Center, Texas, USA

แพทย์หญิงศิวะพร ไชยนุวัติ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์

สาขาวิชาโรคระบบทางเดินอาหารและตับ ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

พ.บ. (เกียรตินิยมอันดับ 2), อ.ว. (อายุรศาสตร์), อ.ว. (อายุรศาสตร์โรคระบบทางเดินอาหาร)

American Board of Internal Medicine, Bassett Healthcare Hospital Network, New York, USA

American Board of Gastroenterology, Yale-New Haven Hospital,

Yale University, Connecticut, USA

แพทย์หญิงปิยาภรณ์ อภิสารธนรักษ์

ศาสตราจารย์

สาขารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล
พบ.,ว.ว. (รังสีวิทยาวินิจฉัย)

อ.ว. (ภาพวินิจฉัยขั้นสูง), อ.ว. (รังสีร่วมรักษาของลำตัว), อ.ว. (เวชศาสตร์ครอบครัว)

Certificate, Fellowship in Abdominal Imaging, David Geffen School of Medicine
at UCLA, Los Angeles, USA

นายแพทย์สิทธิ พงษ์กิจการุณ

รองศาสตราจารย์

สาขารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี
มหาวิทยาลัยมหิดล

พบ. (เกียรติคุณอันดับ 2), ว.ว. (รังสีวินิจฉัย)

อ.ว. (ภาพวินิจฉัยขั้นสูง)

Fellowship (Research) in Body Imaging, University of Texas, M.D. Anderson
Cancer Center, Texas, USA

แพทย์หญิงพรพิมพ์ กอแพร่พงศ์

ศาสตราจารย์

สาขารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล
พบ. (เกียรติคุณอันดับ 2), ว.ว. (รังสีวิทยา)

อ.ว. (ภาพวินิจฉัยขั้นสูง)

Certificates, Fellowship in Abdominal Imaging and Breast Imaging, Mallinkrodt
Institute of Radiology, Washington School of Medicine, Washington University,
St.Louis, USA

นายแพทย์รัฐชัย แก้วลาย

อาจารย์

สาขารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา

คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

พ.บ. (เกียรติคุณอันดับ 2), ว.ว. (รังสีวิทยาทั่วไป)

American Board of Radiology (Certificate of Diagnostic Radiology)

Certificate, Clinical Fellowship in Body Imaging, Northeastern Ohio Universities

College of Medicine, Rootstown, Ohio, USA

Certificates, Clinical Fellowship in Emergency Radiology and Thoracic Radiology,

Massachusetts General Hospital, Harvard Medical School, Boston,

Massachusetts, USA

แพทย์หญิงอนัญญา พงษ์ไพบูลย์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

พ.บ. (เกียรติคุณอันดับ 1), ว.ว. (พยาธิวิทยากายวิภาค)

Fellowship GI and liver pathology, David Geffen School of Medicine, UCLA, USA

แพทย์หญิงวรปรี สุวรรณฤกษ์

อาจารย์

สาขารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

พ.บ., ว.ว. (รังสีวินิจฉัย)

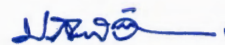
ว.ว. (ภาพวินิจฉัยขั้นสูง)

คำนิยม

โรคของตับและทางเดินน้ำดียังคงเป็นปัญหาสุขภาพที่สำคัญและพบบ่อยในประเทศไทย การวินิจฉัยความผิดปกติของตับและทางเดินน้ำดีจึงมีความสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการค้นพบพยาธิสภาพต่างๆ ตั้งแต่ในระยะต้น ซึ่งจะนำไปสู่การรักษาที่มีประสิทธิภาพ

การตรวจวินิจฉัยด้วยการสร้างภาพแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Resonance Imaging, MRI) เป็นเทคโนโลยีที่มีประโยชน์อย่างยิ่งในการวินิจฉัยพยาธิสภาพต่างๆ ในตับและทางเดินน้ำดี หนังสือ/ตำราเรื่อง “การวินิจฉัยภาพ MRI ของตับและทางเดินน้ำดี ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3” นี้ เป็นหนังสือ/ตำราภาษาไทยที่นิพนธ์ไว้อย่างสมบูรณ์ ครอบคลุมทุกบริบทที่เกี่ยวข้อง มีการจัดลำดับหมวดหมู่ตั้งแต่เทคนิคพื้นฐานในการก่อให้เกิดภาพ ลักษณะกายวิภาคของตับและทางเดินน้ำดี ความปลอดภัยและความเสี่ยง รวมถึงข้อพึงระวังในการตรวจหลักการวินิจฉัยพยาธิสภาพต่างๆ ตลอดจนวิธีแปลและรายงานผล ซึ่งในฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 นี้ ได้มีการจัดกลุ่มและอธิบายคำจำกัดความต่างๆ ให้ชัดเจนมากขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งการให้คำจำกัดความของ Liver Imaging and Data System (LI-RADS) ที่ใช้ฉบับล่าสุด (v. 2018) แทนฉบับเดิม (v. 2017) ที่ใช้ในการจัดพิมพ์หนังสือในฉบับแรก รวมถึงมีการสอดแทรกรายงานผลการวิจัยหลากหลายที่มีองค์ความรู้ใหม่ ในการสนับสนุนการวินิจฉัยโรคเอาไว้ในฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 นี้

ขอชื่นชมในความรู้ ความสามารถ และในความสามารถของรองศาสตราจารย์แพทย์หญิงพรพิมพ์ กอแพร่พงศ์ และคณะผู้นิพนธ์ที่ได้จัดทำหนังสือ/ตำราขึ้นซึ่งจะมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อทั้งรังสีแพทย์แพทย์ทั่วไปทุกสาขาวิชาและนักศึกษาแพทย์ อันจะนำไปสู่การยกระดับการดูแลรักษาผู้ป่วยที่มีพยาธิสภาพในตับและทางเดินน้ำดีในที่สุด



(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ประสิทธิ์ วัฒนภา)

คณบดีคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

คำนิยาม

โรคตับและทางเดินน้ำดี เป็นปัญหาที่พบได้บ่อยโดยเฉพาะภาวะก้อนในตับ นับว่ามีความสำคัญอย่างมาก ในปัจจุบันผู้ป่วยตับแข็งไวรัสได้รับการรักษาที่ดีทำให้มีชีวิตที่ยืนยาว แต่สิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ คือความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งตับชนิดปฐมภูมิซึ่งบางครั้งแยกได้ยากจากก้อนในภาวะตับแข็ง แม้แต่การตรวจพบก้อนในตับด้วยวิธีอื่นๆ แล้วไม่สามารถสรุปหรือให้การวินิจฉัยได้ว่าเป็นโรคอะไร การตรวจด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจึงมีส่วนสำคัญอย่างมากที่จะช่วยแยกภาวะต่าง ๆ เหล่านี้ โดยเฉพาะการแยกระหว่างก้อน รอยโรคที่ไม่ร้ายแรงออกจากมะเร็งตับปฐมภูมินอกจากนั้นการตรวจด้วยภาพคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ยังมีบทบาทสำคัญในการตรวจวินิจฉัยโรคในท่อน้ำดีได้เป็นอย่างดี

หนังสือ “การวินิจฉัยภาพ MRI ของโรคตับและทางเดินน้ำดี” ซึ่งมี รองศาสตราจารย์ แพทย์หญิง พรพิมพ์ กอแพร่พงศ์ เป็นบรรณาธิการเล่มนี้ ได้จัดทำขึ้นจากประสบการณ์ของแพทย์ผู้เชี่ยวชาญแบ่งเป็นหมวดหมู่ครอบคลุมโรคตับและทางเดินน้ำดีที่พบได้บ่อยในประเทศไทย เหมาะสำหรับแพทย์ผู้สนใจ รังสีแพทย์ อายุรแพทย์และศัลยแพทย์โรคระบบทางเดินอาหาร เพื่อใช้ประกอบการในการดูแลผู้ป่วย ใช้ค้นคว้าและอ้างอิง อันจะเป็นประโยชน์อย่างสูงต่อวงการแพทย์ไทย



รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ทวีศักดิ์ แทนวันดี
หัวหน้าสาขาวิชาโรคระบบทางเดินอาหาร
ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

คำนิยม

โรคตับและทางเดินน้ำดี เป็นโรคที่พบได้บ่อยและมีความสำคัญมากในทางเวชปฏิบัติ เนื่องจากในปัจจุบันมีผู้ป่วยเข้ามารับบริการ การตรวจโรคตับและทางเดินน้ำดี อยู่เป็นจำนวนมาก ทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาคทั่วประเทศ

สำหรับการวินิจฉัยโรคทางเวชปฏิบัติ ผู้ป่วยจะได้รับการซักประวัติ ตรวจร่างกาย การส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการ และอาจรวมถึงการตรวจทางรังสีวินิจฉัย สำหรับการตรวจทางรังสีวินิจฉัยโรคของตับและทางเดินน้ำดี มีการใช้วิธีการตรวจหลายประเภท ตามข้อบ่งชี้ของแต่ละวิธี และมีทั้งที่ใช้รังสีในการตรวจผู้ป่วย เช่น เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (CT) และการตรวจพิเศษชนิดที่ไม่ใช้รังสี เช่น เครื่องตรวจอัลตราซาวด์ (US) เครื่องคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (MRI) ในปัจจุบันนี้การตรวจทางรังสีวิทยามีส่วนช่วยในการวินิจฉัยผู้ป่วยโรคตับและทางเดินน้ำดีอย่างมาก โดยอาจตรวจพบรอยโรคได้ก่อนที่ผู้ป่วยจะมีอาการทางคลินิก สำหรับผู้ป่วยที่ได้รับการส่งตรวจทางรังสีวินิจฉัยอยู่สม่ำเสมอเป็นระยะ มักมีแนวโน้มที่จะใช้เครื่องมือการตรวจประเภทที่ไม่มีรังสีก่อกวนอย่างกว้างขวาง เช่น การตรวจด้วยเครื่องคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (MRI) สำหรับหนังสือ “ภาพ MRI ของโรคตับ และทางเดินน้ำดี” เล่มนี้ได้รวบรวมความรู้ทางวิชาการของโรคตับและทางเดินน้ำดี ได้อย่างทันสมัยและกว้างขวาง และนอกจากนี้ยังได้เสริมเติมเต็มด้วยประสบการณ์ของผู้นิพนธ์ที่ได้มาจากการปฏิบัติงานโดยตรงกับผู้ป่วย มาสอดแทรกได้อย่างลงตัว ให้เป็นองค์ความรู้ในหนังสือเล่มนี้อย่างครบถ้วน เนื้อหาในหนังสือเล่มนี้ มีทั้งส่วนของกายวิภาคของตับและทางเดินน้ำดีผนวกกับข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับเครื่องคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (MRI) วิธีในการแปลผล และวินิจฉัยแยกโรคของภาพผู้ป่วยโรคตับและทางเดินน้ำดีประเภทต่าง ๆ ทั้งชนิดไม่ร้ายแรง และชนิดร้ายแรง รวมทั้งภาพการตรวจภายหลังการรักษา นอกจากนั้นยังมีแนวทางในการรายงานผลการตรวจ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (MRI) ให้แก่แพทย์ผู้ส่งตรวจ ซึ่งผมขอชื่นชมผู้นิพนธ์ที่ได้เขียนหนังสือฉบับนี้ได้อย่างครบถ้วน และครอบคลุมในทุกประเด็นที่สำคัญ ซึ่งจะทำให้เป็นประโยชน์ ทั้งต่อแพทย์เวชปฏิบัติทั่วไป แพทย์ผู้เชี่ยวชาญในสาขาระบบทางเดินอาหารทุกสหสาขาและรวมถึงรังสีแพทย์ จะได้รับประโยชน์จากความรู้ในหนังสือเล่มนี้ได้อย่างแท้จริงและครบถ้วน

หนังสือ “ภาพ MRI ของโรคตับและทางเดินน้ำดี” ของ รองศาสตราจารย์ แพทย์หญิงพรพิมพ กอแพร่พงศ์ ที่ได้บรรจงจัดทำขึ้นด้วยความตั้งใจ มานะอุตสาหะ ในครั้งนี้ จึงไม่เพียงแต่จะเป็นประโยชน์ต่อแพทย์เวชปฏิบัติทั่วไป แพทย์ผู้เชี่ยวชาญในสาขาระบบทางเดินอาหารทุกสหสาขา และรวมถึงรังสีแพทย์ แต่จะเป็นประโยชน์รวมไปถึง การเรียนการสอน ระดับแพทย์ประจำบ้าน แพทย์ประจำบ้านต่อยอด และท้ายที่สุดจะมีประโยชน์ในการดูแลผู้ป่วยโรคตับและทางเดินน้ำดี ซึ่งจะตรงกับพระราชดำริของสมเด็จพระมหิตลาธิเบศรอดุลยเดชวิกรมพระบรมราชชนก ได้ทรง

พระราชทานไว้ว่า ความสำเร็จที่แท้จริง ไม่ได้อยู่ที่การศึกษาเล่าเรียน แต่อยู่ที่การนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับมนุษยชาติ *“True success is not in the learning, but in its applicaiton to the benefit of mankind”*

Dr. 10th.

รองศาสตราจารย์ นายแพทย์พัฒน์ เขียววิทย์
หัวหน้าภาควิชารังสีวิทยา
คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

คำนำ

การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีของเครื่องคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic resonance imaging, MRI) และองค์ความรู้ในการวินิจฉัยภาพ MRI ของตับ และทางเดินน้ำดีภายในเวลาประมาณสามปีเศษ หลังจากได้เริ่มการจัดพิมพ์หนังสือและมีการปรับเนื้อหาเป็นระยะ (1st and 2nd edition) ทำให้ผู้พิมพ์พบการเปลี่ยนแปลงในการจัดกลุ่ม และการให้คำจำกัดความของ Liver Imaging and Data System (LI-RADS) ที่มีความชัดเจนมากขึ้นจาก LI-RADS เวอร์ชันปี 2017 (v.2017) เป็น LI-RADS เวอร์ชันล่าสุด (v.2018) ซึ่งมีผลทำให้การติดต่อสื่อสารระหว่างแพทย์และการวินิจฉัยโรคมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้นด้วย รวมถึงการพบงานวิจัยที่มีองค์ความรู้ใหม่ในการสนับสนุนการวินิจฉัยโรค จึงนำมาสู่การจัดพิมพ์ หนังสือเล่มนี้ขึ้นใหม่อีกเป็นครั้งที่ 4 ฉบับปรับปรุงที่ 3 (3rd edition) โดยยังคงเนื้อหาที่มีความเข้มข้นและชัดเจนเหมือนเดิม แต่ได้ทำการเพิ่มเติมในส่วนขององค์ความรู้ให้มีความทันสมัย ทำให้ผู้อ่านสามารถทำความเข้าใจได้รวดเร็วและนำไปสู่การใช้จริงในทางเวชปฏิบัติอย่างทัดเทียมสากล

สุดท้ายนี้ ผู้พิมพ์รู้สึกเป็นเกียรติและขอขอบพระคุณคณะกรรมการทั้งสองที่พิจารณามอบรางวัล TTF award ประจำปี 2559 - 2560 (ผลงานทางวิชาการดีเด่นด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ) และรางวัล DMSc award ประจำปี 2560 (ชนะเลิศประเภทหนังสือ/ตำราทางวิทยาศาสตร์การแพทย์) ให้แก่หนังสือเล่มนี้ ซึ่งจะเป็นกำลังใจให้คณะผู้พิมพ์มีพลังในการพัฒนาและสร้างสรรค์งานทางด้านวิชาการให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

พรพิมพ์ กอแพร่พงศ์

คำชี้แจง

การตรวจหาและวินิจฉัยรอยโรคตับและทางเดินน้ำดีจากการตรวจคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (magnetic resonance imaging, MRI) มีเทคนิคและโปรแกรมในการสร้างภาพ MRI (MR pulse sequences) ที่มีความหลากหลาย ขึ้นอยู่กับชนิด บริษัทผู้ผลิตเครื่อง และรุ่นของเครื่อง MRI รวมถึงการเลือกใช้ MR contrast agents ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนเพื่อให้ได้สัญญาณภาพที่ต้องการในการวินิจฉัยแต่ละโรค ดังนั้น ผู้นิพนธ์จะขอใช้ชื่อและสัญลักษณ์ของ MR pulse sequences ต่าง ๆ ทั้งหมดในหนังสือเล่มนี้เป็นภาษาอังกฤษเพื่อป้องกันความสับสนสำหรับผู้อ่าน โดยจะกล่าวถึงชื่อเต็มของแต่ละเทคนิค พร้อมด้วยย่อภาษาอังกฤษ เฉพาะในบทที่เน้นความสำคัญของแต่ละเทคนิค สำหรับบทที่อธิบายถึงลักษณะภาพ MRI ของรอยโรคต่าง ๆ จะไม่บรรยายรายละเอียดของแต่ละเทคนิคโดยขอสรุปชื่อภาพเทคนิค ดังต่อไปนี้

- “ภาพ T1W” คือ ภาพจากเทคนิคใด ๆ ที่ลักษณะสัญญาณภาพขึ้นกับค่า T1 relaxation time
- “ภาพ T2W” คือ ภาพจากเทคนิคใด ๆ ที่ลักษณะสัญญาณภาพขึ้นกับค่า T2 relaxation time
- “ภาพ PDW” คือ ภาพจากเทคนิคใด ๆ ที่ลักษณะสัญญาณภาพขึ้นกับความหนาแน่นของไฮโดรเจน
- “ภาพ DWI” คือ ภาพจากเทคนิคใด ๆ ที่ลักษณะสัญญาณภาพขึ้นกับการเคลื่อนที่ของโมเลกุลน้ำ
- “ภาพ unenhanced MRI” คือ ภาพจากเทคนิคใด ๆ ที่ไม่มีการฉีด MR contrast agents เข้าทางหลอดเลือด
- “ภาพ dynamic-enhanced MRI” คือ ภาพที่ใช้ในการตรวจหาปริมาณหลอดเลือด ภายหลังการฉีด MR contrast agents
- “ภาพ pre-Gd phase” คือ ภาพที่ใช้ในการตรวจหลอดเลือดก่อนการฉีด MR contrast agents
- ภาพการตรวจหลอดเลือดภายหลังการฉีด MR contrast agents จะเรียกชื่อเป็นภาษาอังกฤษตามช่วงเวลาเริ่มเก็บข้อมูลภาพภายหลังการฉีด MR contrast agent เช่น arterial phase, portovenous phase และ hepatobiliary phase

สำหรับลักษณะภาพของรอยโรคทั้งในเนื้อหาและการบรรยายประกอบรูป (illustration) จะใช้เป็นภาษาอังกฤษทั้งหมดเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจง่าย เนื่องจากเหมือนกับการใช้จริงในเวชปฏิบัติ เช่น hyperintense, hypointense, hepatocyte defect และ hepatocyte uptake โดยความแตกต่างหรือการเปลี่ยนแปลงของลักษณะภาพในแต่ละรอยโรคก็จะขอใช้เป็นภาษาอังกฤษเช่นเดียวกัน เช่น more hypointense, marked hyperintense, mild hyperintense และ minimal enhancement

คำบางคำในหนังสือถึงแม้ว่าจะมีคำบัญญัติในภาษาไทย แต่การใช้คำภาษาไทยอาจไม่คุ้นเคยเพราะเป็นวลีที่ยาวและอาจทำให้อ่านเข้าใจยาก จึงยังคงใช้เป็นคำภาษาอังกฤษ ดังตัวอย่าง ต่อไปนี้

- “enhancement” ถ้าเขียนเป็นภาษาไทยจะเขียนว่า “สัญญาณภาพที่เพิ่มขึ้นหลังการฉีด”
- “fluid collection” ถ้าเขียนเป็นภาษาไทยจะเขียนว่า “การรวมกันของของเหลวผิดปกติ”
- “bland thrombus” ถ้าเขียนเป็นภาษาไทยจะเขียนว่า “ลิ่มเลือดอุดตันจากก้อนเลือด”
- “tumor thrombus” ถ้าเขียนเป็นภาษาไทยจะเขียนว่า “ลิ่มเลือดอุดตันจากก้อนมะเร็ง”

คำศัพท์ทางการแพทย์ หรือศัพท์เทคนิคทางวิชาชีพ การแปลเป็นภาษาไทยอาจทำให้ผู้อ่านอ่านเนื้อหาได้ยากขึ้น เช่น parallel imaging, phase array coil, fixed-time delay, real-time bolus tracking, respiratory gating, cardiac gating และ ค่า b-value จึงยังคงคำภาษาอังกฤษไว้

ศัพท์ที่ใช้ในวงการรังสีแพทย์ หรือลักษณะจำเพาะบางอย่างที่พบจากการตรวจคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น “atoll sign” หรือ “central dot sign” ผู้นิพนธ์ยังคงคำภาษาอังกฤษไว้ เนื่องจากการใช้ภาษาอังกฤษจะเป็นที่รู้จักและคุ้นเคยกันมากกว่า และหากแปลเป็นภาษาไทย อาจทำให้การสื่อสารเข้าใจตรงกันยาก

ชื่อโรคต่าง ๆ ของตับและทางเดินน้ำดีที่คำภาษาไทยใช้เป็นสากลจะคงคำภาษาไทยไว้ในหนังสือเล่มนี้ แต่สำหรับบางโรคที่มักใช้คำภาษาอังกฤษอย่างคุ้นเคยในทางเวชปฏิบัติขอใช้เป็นภาษาอังกฤษ เพื่อให้เข้าใจชื่อโรคตรงกัน เช่น choledochal cyst, biliary hamatomas และ oriental cholangiohepatitis

การบรรยายตำแหน่งของรอยโรคและการอุดตันของท่อน้ำดีที่ใช้เป็นภาษาอังกฤษจะเข้าใจง่ายกว่าการแปลเป็นภาษาไทย และใช้วลีที่ไม่ยาว ทำให้ผู้อ่านไม่ต้องคิดนาน ผู้นิพนธ์จะพยายามใช้คำภาษาไทยในเนื้อหาและการบรรยายรูปของแต่ละบทนำมาก่อน ต่อจากนั้นจะใช้คำภาษาอังกฤษในการกล่าวอ้างถึง เช่น

- ตำแหน่งของ “common bile duct (CBD) ส่วนต้น/ส่วนกลาง/ส่วนท้าย” จะใช้คำในภาษาอังกฤษ คือ “proximal/mid-/distal CBD”
- การโป่งขยายของท่อน้ำดีภายในตับทั้งสองกลีบ จะใช้คำในภาษาอังกฤษ คือ “bilateral intrahepatic bile duct (IHD) dilatation”
- ท่อน้ำดีภายในตับซ้ายและขวา จะใช้คำในภาษาอังกฤษ คือ “left/right intrahepatic duct”
- ยกเว้น การกล่าวถึง segment ของตับ จะขอใช้เป็นภาษาอังกฤษในการกล่าวอ้างถึงเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจง่าย

สำหรับ MR contrast agents เป็นคำที่มีบัญญัติในภาษาไทย แต่การใช้คำภาษาไทยว่า “สารเพิ่มความชัดภาพ” เรียกแทน “MR contrast agents” อาจไม่คุ้นเคย ดังนั้นในหนังสือเล่มนี้จึงใช้คำว่า MR contrast agents แทนโดยไม่แปลเป็นภาษาไทย ในทางเวชปฏิบัติ MR contrast agents สามารถแบ่งตามองค์ประกอบและการทำงานภายในตับได้หลายแบบ โดยในหนังสือเล่มนี้จะใช้คำว่า “สารประกอบ gadolinium (Gd)” กล่าวแทนถึง MR contrast agents ในกลุ่ม extracellular contrast agents (ECAs) และ กลุ่ม hepatocyte-specific contrast agent (HSCAs)

ซึ่งเป็นกลุ่มของ MR contrast agents ที่มีสารประกอบ Gd เป็นองค์ประกอบและเป็นชนิดที่มีใช้อยู่ในการตรวจ MRI ทั่วประเทศไทย โดยผู้นิพนธ์ขอใช้คำว่า “ECAs” กล่าวแทนการอ้างถึงถึงกลุ่ม extracellular contrast agents และ “HSCAs” กล่าวแทนการอ้างถึงถึงกลุ่ม hepatocyte-specific contrast agents นอกจากนี้ ภาพ MRI ที่ได้รับการฉีดสารประกอบ Gd ชนิด ECAs ทุกชนิดจะขอเรียกรวมว่า “ECA-MRI” เนื่องจากสารประกอบ Gd ชนิด ECAs ทุกชนิดที่มีในประเทศไทยจะให้ภาพ MRI ที่มีสัญญาณภาพใกล้เคียงกัน สำหรับภาพ MRI ที่ได้รับการฉีดสารประกอบ Gd ชนิด HSCAs จะขอเรียกรวมว่า “HSCA-MRI” ในลักษณะภาพ MRI ที่มีสัญญาณภาพใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เนื่องจากสาร HSCAs ที่ใช้ในประเทศไทยมีอยู่สองชนิด ในบางกรณีที่จะต้องอธิบายลักษณะสัญญาณภาพที่มีความจำเพาะของแต่ละรอยโรครวมถึงการบรรยายรูปภาพ MRI ที่อาจแตกต่างกันจากการใช้สาร HSCAs ที่ต่างชนิดกัน ผู้นิพนธ์ขอเรียก ภาพ MRI ที่ได้รับการฉีดสาร HSCAs ชนิด Gd-EOB-DTPA ว่า “EOB-MRI” และภาพ MRI ที่ได้รับการฉีดสาร HSCAs ชนิด Gd-BOPTA ว่า “BOPTA-MRI” เพื่อป้องกันความสับสนกับผู้อ่าน

นอกจากนี้ ยังมี MR contrast agents อีกสองกลุ่มที่ไม่มีสาร Gd เป็นองค์ประกอบและปัจจุบันไม่มีที่ใช้ในประเทศไทยแล้ว จะกล่าวถึงเพียงสั้น ๆ ในบางบทของหนังสือเล่มนี้ โดยภาพ MRI ของผู้ป่วยที่ได้รับการฉีดสาร superparamagnetic iron oxide particles (SPIO) ที่เคยมีใช้ในประเทศไทย และเป็น MR contrast agent ในกลุ่ม reticuloendothelial (RE) system จะขอเรียกว่า “SPIO-MRI” และผู้ป่วยที่ได้รับการฉีดสาร SPIO ร่วมกับสาร ECAs จะขอเรียกว่า “double contrast-MRI” สำหรับ MR contrast agents ในกลุ่ม manganese-based contrast agent ที่มีสาร manganese-based เป็นส่วนประกอบ และไม่เคยมีที่ใช้ในประเทศไทยจะไม่มีกล่าวอ้างถึงสัญญาณภาพหรือการบรรยายรูปใด ๆ ในหนังสือเล่มนี้ โดยจะกล่าวถึงเพียงสั้น ๆ ในบางบทเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจถึง MR contrast agents ทั้งหมดที่เคยมีจากอดีตถึงปัจจุบัน

การใช้เครื่องหมาย เปอร์เซ็นต์ (“%”) ในหนังสือเล่มนี้จะใช้ “%” แทนตำแหน่งอ้างอิงทางสถิติที่ไม่ได้หมายถึงร้อยละ เช่น 95% confidence interval = 95% CI และ “%” ที่แทนร้อยละแล้วทำให้รูปประโยคเสียหรือเข้าใจยาก เช่น 95% ethyl alcohol

หน่วยวัดพื้นฐานของ “International System of Units” (SI units) และหน่วยวัดอื่น ๆ ที่แตกต่างกันมาจาก SI units ที่มีคำภาษาไทยและเป็นที่นิยมใช้เป็นมาตรฐาน ในหนังสือเล่มนี้จะใช้เป็นภาษาไทยทั้งหมด ยกเว้นคำที่แปลเป็นภาษาไทยแล้วไม่คุ้นเคย เช่น mmol = มิลลิออสโมล, s/mm² = อัตราส่วนของความหนาแน่นของความหนืด, millisecond = มิลลิวินาที, mmol/kg = มิลลิออสโมล/กิโลกรัม, ml/sec = มิลลิลิตร/วินาที, nm = นาโนเมตร ผู้นิพนธ์จะยังคงเป็นภาษาอังกฤษไว้เพื่อความเข้าใจง่าย

สำหรับอักษรย่อภาษาอังกฤษที่ใช้บ่อยในหนังสือเล่มนี้ โดยก่อนจะใช้อักษรย่อในแต่ละบทนั้น จะมีคำเต็มและวงเล็บอักษรย่อไว้ให้ผู้อ่านได้เข้าใจตรงกันก่อนว่า อักษรย่อนั้นหมายถึงอะไร โดยจะทำเช่นนี้ทุกครั้งเมื่อขึ้นบทใหม่ เพื่อลดปัญหาในกรณีที่ผู้อ่านไม่ได้เริ่มจากบทแรกแต่เลือก

อ่านเฉพาะบทที่สนใจ สำหรับคำบรรยายภาพหรือเนื้อหาในตารางนั้น ผู้พิมพ์จะใช้ตัวย่อเลย หากได้กล่าวคำเต็มในเนื้อหานำมาก่อนแล้ว แต่หากยังไม่มีคำเต็มในเนื้อหานำมาก่อนในบทนั้น จะกล่าวคำเต็มไว้ในคำบรรยายภาพและเนื้อหาในตารางด้วย

สำหรับเนื้อหาในบทที่ 6 เป็นหลักในการวินิจฉัยโรคทำให้เนื้อหามีความเชื่อมโยงกันค่อนข้างมากตลอดบท ผู้พิมพ์ได้พยายามแบ่งหลักการวินิจฉัยโรคตามเทคนิค MRI ที่ใช้ในการตรวจจริง และพยายามจะทำให้เนื้อหาทั้งหมดเข้าใจง่ายสอดคล้องกัน แต่อาจจำเป็นต้องการกล่าวถึงเนื้อหาที่เชื่อมโยงกันและมีความสำคัญมากกว่าหนึ่งครั้งโดยจะกล่าวถึงการพิจารณาลักษณะภาพที่สำคัญที่สุดในแต่ละเทคนิคก่อน หลังจากนั้นจึงพิจารณาร่วมกับลักษณะภาพในเทคนิคอื่นประกอบเพื่อให้ได้การวินิจฉัยโรคที่ถูกต้อง

เนื่องจากหนังสือเล่มนี้เป็นหนังสือทางรังสีวิทยา จึงมีจำนวนภาพประกอบการบรรยายค่อนข้างมาก โดยแผนภาพทั้งหมดในหนังสือเล่มนี้เป็นแผนภาพที่คณะผู้พิมพ์ได้จัดทำขึ้นเองทั้งหมด และอาจมีการอ้างอิงถึงภาพที่แสดงไปตอนต้นของบทในเนื้อหาตอนท้ายของบทนั้น หรืออาจมีการอ้างอิงถึงภาพในบทก่อนหน้านี้ โดยผู้พิมพ์พยายามจะไม่นำภาพของโรคที่พบได้บ่อยมาแสดงซ้ำ แต่อาจแสดงรูปที่มีลักษณะภาพที่สำคัญและหายากซ้ำอีกครั้งในการกล่าวอ้างถึงเพื่อลดความสับสนในการหารูปที่อ้างอิงข้ามเนื้อหาหรือข้ามบท นอกจากนี้ ลักษณะภาพของแต่ละโรคอาจมีภาพประกอบที่หลากหลาย เพื่อให้คุ้นเคยกับลักษณะที่จะพบได้จริงในทางเวชปฏิบัติ โดยในแต่ละภาพมักมีภาพย่อย ๆ อีกหลายภาพ โดยภาพย่อยเหล่านี้ ส่วนมากเป็นภาพคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตัดขวางลำตัวผู้ป่วย (ในระนาบ axial) และโดยทั่วไปภาพคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะมีภาพที่ตัดในระนาบ coronal และระนาบ sagittal ด้วยเช่นกัน ทั้งนี้ได้ระบุระนาบการตัดไว้ในคำบรรยายภาพอย่างชัดเจนทั้งหมดในหนังสือเล่มนี้ เพื่อช่วยทำให้การแปลผลภาพง่ายขึ้น แต่อาจพบคำบรรยายภาพระนาบ axial ว่า “เรียงจากบนลงล่าง” หมายความว่า ภาพแรกเป็นภาพที่อยู่ในระดับสูงสุด ภาพต่อ ๆ มาจะเรียงต่ำลงในแนว craniocaudal ของผู้ป่วยตามลำดับ ในกรณีที่ไม่ใช่ภาพในระนาบ axial จะมีการระบุไว้ในคำบรรยายภาพชัดเจนเช่นกัน ซึ่งจะมีทั้ง “เรียงจากหน้าไปหลัง” หมายความว่า ภาพแรกเป็นภาพที่อยู่หน้าสุด ภาพต่อ ๆ มาจะเรียงไปทางด้านหลังในแนว anteroposterior ของผู้ป่วยตามลำดับ และ “เรียงจากหลังไปหน้า” ซึ่งเรียงไปในทิศทางตรงกันข้าม

สำหรับตัวอักษรสีแดงในแต่ละบท จะเป็นความรู้ที่สำคัญในการวินิจฉัยหรือความรู้ที่จำเป็นต้องทราบในทางเวชปฏิบัติ ซึ่งเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นแปลผลภาพ MRI หรือแพทย์ประจำบ้านที่อาจต้องกลับมาอ่านบทวนอีกเมื่อมีข้อสงสัย การเน้นด้วยตัวอักษรสีแดงน่าจะช่วยให้ผู้อ่านสามารถบทวนความรู้ได้ง่ายยิ่งขึ้น

พรพิมพ์ กอแพรงศ์

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ

รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ตรงธรรม ทองดี หัวหน้าสาขารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ที่ให้โอกาสผู้พิมพ์ได้ทำการศึกษาวิจัยเทคนิคใหม่ๆ จากเครื่อง MRI ที่มีคิวการรับบริการค่อนข้างมาก

ศาสตราจารย์ แพทย์หญิง อรสา ขวาลภาฤทธิ์, ศาสตราจารย์ นายแพทย์ทงชัย สิริอภิสิทธิ์, ศาสตราจารย์ แพทย์หญิงปิยาภรณ์ อภิสารธนรักษ์ สาขารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา และรองศาสตราจารย์ นายแพทย์สุพจน์ พงศ์ประสพชัย สาขาวิชาโรคระบบทางเดินอาหาร ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ที่ช่วยให้คำแนะนำ ทั้งในด้านเนื้อหา และรูปแบบในการนิพนธ์หนังสือ

ศาสตราจารย์ แพทย์หญิงสุภาณีวรรณ เชาววิศิษฐ์ และรองศาสตราจารย์ แพทย์หญิง สุวิภาภรณ์ ศิริพรพิทักษ์ สาขารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี ที่ช่วยให้คำแนะนำในหลักการและรูปแบบในการนิพนธ์หนังสือ

รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ทวีศักดิ์ แทนวันดี, รองศาสตราจารย์ นายแพทย์พูลชัย จรัสเจริญวิทยา, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ แพทย์หญิงศิวพร ไชยนุวัติ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์วัชรศักดิ์ โชติยะปุตตะ สาขาวิชาโรคระบบทางเดินอาหาร ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ที่ช่วยเหลือในการส่งผู้ป่วยตรวจเพื่อพัฒนาเทคนิค MRI รวมถึงเป็นแพทย์เจ้าของไข้ในการส่งผู้ป่วยมาเข้าร่วมในโครงการวิจัย

รองศาสตราจารย์ ดร.นายแพทย์ยงยุทธ ศิริวัฒนอักษร และอาจารย์ นายแพทย์สมชัย ลัมศรีจำเริญ หน่วยศัลยศาสตร์ตับ ตับอ่อน ทางเดินน้ำดี และปลูกถ่ายอวัยวะ ภาควิชาศัลยศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาลที่ช่วยเหลือและให้คำแนะนำการทำวิจัยรวมถึงเป็นแพทย์เจ้าของไข้ในการส่งผู้ป่วยมาตรวจและเข้าร่วมโครงการวิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์กุลธร เทพมงคล สาขารังสีรักษา ภาควิชารังสีวิทยา และรองศาสตราจารย์ ดร.นายแพทย์ สืบวงศ์ จุฑาภิสิทธิ์ สาขา ศัลยศาสตร์ศีรษะ คอและไฝนม ภาควิชาศัลยศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ที่ช่วยให้คำแนะนำผู้พิมพ์ในการวางแผนและการเขียนงานวิจัยให้พัฒนาสู่ระดับสากล

รองศาสตราจารย์ นายแพทย์วิเชียร ศรีมนินทรนิมิต, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ แพทย์หญิงจารุวรรณ เอกวัลลภ, อาจารย์ นายแพทย์นพดล โสภารัตนไพศาล สาขาวิชาเคมีบำบัด ภาควิชาอายุรศาสตร์ และรองศาสตราจารย์ แพทย์หญิงวุฒิศิริ วีรสาร หัวหน้าสาขารังสีรักษา ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ที่ช่วยในการเป็นแพทย์เจ้าของไข้ในผู้ป่วยที่มาเข้าร่วมโครงการวิจัย

รองศาสตราจารย์ ดร.ไพรัช สายวิรุณพร สาขารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ที่เป็นทั้งเบื้องหน้า และเบื้องหลังความสำเร็จในการพัฒนาเทคนิค MRI ใหม่ ๆ ที่ใช้ในการตรวจตับและทางเดินน้ำดี ภายในโรงพยาบาลศิริราชรวมถึงการพัฒนาซอฟต์แวร์การวิเคราะห์ผลที่ดี ประหยัดและมีความแม่นยำสูง นำไปสู่การจดแจ้งลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหิดล

ขอขอบพระคุณ

ผู้นิพนธ์ร่วมที่ทรงคุณวุฒิทั้ง 12 ท่าน ที่กรุณาอุทิศเวลา แรงกายและประสบการณ์ความรู้ทั้งหมด ที่เกี่ยวกับภาพการวินิจฉัย MRI ของตับ และทางเดินน้ำดี เพื่อแบ่งปันความรู้ และกลั่นกรองเป็นบทความที่มีความทันสมัย

คณาจารย์ หน่วยภาพวินิจฉัยช่องท้องชั้นสูงของภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาลทุกท่าน ที่ได้ช่วยกันทำงานอย่างตั้งใจและทำให้มีภาพประกอบการแต่งหนังสือมากมาย

รองศาสตราจารย์ แพทย์หญิงกอบกุล เมืองสมบุญ สาขารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ที่เป็นกำลังใจให้ความช่วยเหลือผู้นิพนธ์อย่างดีเสมอมา

ขอขอบคุณ

คุณพนิดา ชาญเชาว์วานิช ที่ช่วยประสานงานทำให้การดำเนินงานในโครงการวิจัยและการพัฒนาเทคนิค MRI เป็นไปโดยเรียบร้อย และเสร็จสมบูรณ์

อาจารย์แพทย์หญิงวรปรี สุวรรณฤกษ์, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ แพทย์หญิง ชนิกันต์ ธีราวิทย์ และนายแพทย์ วิกิจ วีระสมบุญศิลป์ ที่ช่วยตรวจสอบความถูกต้อง และแก้ไขภาษาให้สละสลวย

คุณเมธี ฝากตัว ที่ช่วยวาดแผนภาพประกอบ ปรับแต่งรูปภาพ ตลอดจนออกแบบปกให้ดูสวยงาม น่าอ่าน

และท้ายที่สุดขอขอบคุณ

คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล แพทย์ประจำบ้านและแพทย์ประจำบ้านต่อยอด ที่ได้ให้โอกาสผู้นิพนธ์ในการศึกษาหาความรู้ตลอดเวลาการเป็นอาจารย์แพทย์ทำให้สามารถรวบรวมประสบการณ์ที่ได้รับมาใช้ในการนิพนธ์ และตีพิมพ์หนังสือเล่มนี้จนเป็นผลสำเร็จ

พรพิมพ์ กอแพร่พงศ์



คำประกาศเกียรติคุณ

รางวัล “TTF AWARD ด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ” ประจำปี พ.ศ. 2560

หนังสือการวินิจฉัยภาพ MRI ของตับและทางเดินน้ำดี (Hepatobiliary MRI) นับว่าเป็นหนังสือภาษาไทยที่นิพนธ์ไว้อย่างสมบูรณ์ในศาสตร์แขนงนี้ ครอบคลุมทุกบริบทในการตรวจหาพยาธิสภาพและวินิจฉัยโรคตับและทางเดินน้ำดีจากการตรวจโดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีการลำดับหมวดหมู่ตั้งแต่เทคนิคพื้นฐานการก่อเกิดภาพ ลักษณะกายวิภาคของตับและทางเดินน้ำดีตามเทคนิคที่ใช้ในการตรวจ ความปลอดภัยและความเสี่ยงของผู้ป่วยที่เข้ารับการตรวจ หลักการวินิจฉัยรอยโรคและพยาธิสภาพ ตลอดจนวิธีการแปลผลและรายงานผลทางคลินิก เป็นหนังสือที่มีเนื้อหาก้าวหน้าตามเทคโนโลยีของเครื่องตรวจคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน เพื่อให้ผู้อ่านรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีการตรวจที่เกิดขึ้นใหม่ตลอดเวลา

การมีรูปภาพประกอบในหนังสือเล่มนี้มากกว่า 1,500 ภาพ สะท้อนให้เห็นถึงควมมีวิริยะอุตสาหะและประสิทธิภาพอย่างสูงของผู้นิพนธ์ที่ต้องใช้เวลาอย่างยาวนานในการเก็บรวบรวมภาพมากกว่า 10 ปี เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจและสามารถนำไปใช้ในการแปลผลทางเวชปฏิบัติได้อย่างแท้จริง

นอกจากงานเขียนของผู้นิพนธ์แล้ว หนังสือเล่มนี้ยังได้รวบรวมงานเขียนของผู้นิพนธ์ร่วมซึ่งเป็นผู้ที่ได้รับการยอมรับว่ามีความรู้ความเชี่ยวชาญในแขนงต่างๆ ของศาสตร์วิชานี้อย่างแตกฉานจากสถาบันที่มีชื่อเสียงระดับประเทศ ทำให้มีเนื้อหาหลากหลาย ทันสมัย สามารถนำไปอ้างอิงและใช้ได้จริงทางคลินิก

นับว่าเป็นหนังสือที่มีประโยชน์อย่างยิ่งต่อวงการแพทย์ไทย มิเพียงต่อรังสีแพทย์เท่านั้น แต่ยังประโยชน์ต่อแพทย์ทุกสาขาวิชาและนักศึกษาแพทย์ ช่วยให้การรักษาผู้ป่วยถูกต้อง เหมาะสมและใช้ทรัพยากรได้อย่างคุ้มค่า เพราะเป็นการตรวจด้วยเครื่องมือราคาแพง

กระผมขอแสดงความชื่นชมในความรู้ความสามารถ ควมมีวิริยะอุตสาหะของผู้นิพนธ์และคณะ ณ โอกาสนี้

รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ เกียรติ อัจฉาญศิริ



มูลนิธิโตโยต้าประเทศไทย (Toyota Thailand Foundation - TTF)

ก่อตั้งขึ้นในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2535 ในโอกาสที่ บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด ดำเนินงานมาครบรอบ 30 ปี ด้วยเงินทุนจดทะเบียนเริ่มแรก 30 ล้านบาท ซึ่งมูลนิธิฯ ได้นำเงินดอกผลมาดำเนินกิจกรรม ภายใต้วัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการศึกษาพัฒนาคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งกิจกรรมสาธารณประโยชน์ด้านอื่นๆ โดยร่วมมือกับผู้ทรงคุณวุฒิจากหน่วยงานราชการ องค์กรพัฒนาเอกชน และองค์กรสาธารณกุศลต่างๆ

ในปัจจุบัน มูลนิธิฯ มีทุนจดทะเบียนทั้งสิ้น 400 ล้านบาท ด้วยนโยบายการพัฒนาอย่างยั่งยืน มูลนิธิฯ จึงได้มุ่งเน้นในการช่วยเหลือสังคมอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งมูลนิธิฯ ต้องการพัฒนาวัยรุ่นทั้งในด้านการศึกษา คุณภาพชีวิต และสิ่งแวดล้อม ให้มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น และเติบโตเป็นบุคลากรที่มีคุณภาพ เป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศของเราให้เจริญก้าวหน้าต่อไป

รายนามคณะกรรมการมูลนิธิโตโยต้าประเทศไทย

คุณประมนต์ สุธีวงศ์
มร. มิจิโนบุ ซึงาตะ

ประธาน
รองประธาน

กรรมการ

คุณนินนาท ไชยธีรวิญญู
ศ. ดร. ชาญวิทย์ เกษตรศิริ
ดร. ธาริษา วัฒนเกส
คุณชัชวาล พรังพองแก้ว
ศ.ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์
ศ.ดร. สมคิด เลิศไพฑูรย์
มร.ทาโร่ อุเมมุระ
คุณคาร์ล ออฟเพนบอร์น

อธิการบดีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อธิการบดีมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ประธานชมรมความร่วมมือโตโยต้า
ประธานชมรมผู้แทนจำหน่ายโตโยต้า

คุณวุฒิกร สุริยะฉันทนานนท์
 คุณวิเชียร เอมประเสริฐสุข
 คุณสุทธิ จันทวิเมลียง
 คุณสุรภูมิ อุดมวงศ์
 มร. โคจิ โนตะ

กรรมการและเลขานุการ
 เหมัญญิก

กิจกรรมของมูลนิธิโตโยต้าประเทศไทย

ด้านการศึกษา

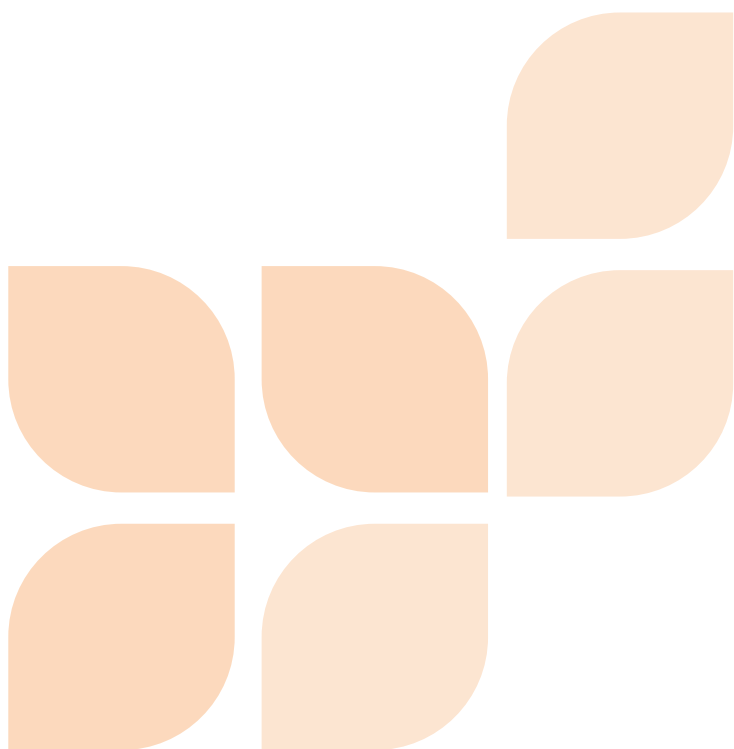
1. โครงการมอบทุนการศึกษาแก่บุตรหลานเจ้าหน้าที่ มูลนิธิป้องกันและปราบปรามยาเสพติด
2. โครงการพ่อแม่อุปถัมภ์ มูลนิธิหมอเสม พริ้งพวงแก้ว
3. โครงการเยาวชนไทยวันพรุ่งนี้และการมอบทุนการศึกษาเด็กขาดแคลนในภาคเหนือ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
4. โครงการมอบทุนการศึกษาแก่เด็กขาดแคลนในภาคอีสาน มหาวิทยาลัยขอนแก่น
5. โครงการมอบทุนการศึกษาแก่เด็กขาดแคลนในภาคใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
6. โครงการมอบทุนการศึกษาแก่เด็กขาดแคลนในภาคตะวันออก มหาวิทยาลัยบูรพา
7. โครงการมอบทุนการศึกษาแก่นักศึกษาพยาบาล คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
8. โครงการรางวัลมูลนิธิโตโยต้าประเทศไทย (TTF Award)
9. โครงการมอบทุนเพื่อส่งเสริมการศึกษาวรรณคดีประวัติศาสตร์ ศิลปวัฒนธรรมและความรู้เกี่ยวกับประเทศเพื่อนบ้าน มูลนิธิโครงการตำราสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์

ด้านคุณภาพชีวิต

1. การสนับสนุนการจัดสร้างอาคารเรียนโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน กองบัญชาการตำรวจตระเวนชายแดน
2. โครงการอาหารกลางวัน “หนูรักผักสีเขียวและความมั่นคงทางอาหารของโรงเรียนและชุมชน” คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และการจัดพิมพ์หนังสือโภชนาการที่ดี
3. โครงการสานสายใยเด็กไทยรักสุขภาพ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
4. โครงการบ้านตะวันใหม่ มูลนิธิป้องกันและปราบปรามยาเสพติด
5. โครงการผ่าตัดแก้ไขอาการปากแหว่งเพดานโหว่ในเด็กพิการ สำนักงานบรรเทาทุกข์และประชานามัยพิทักษ์
6. โครงการพัฒนาการปลูกไม้ดอกไม้ประดับในโครงการไม้ดอกไม้ประดับเมืองหนาวตามพระราชดำริ และโครงการคำพ่อสอน มูลนิธิพระดาบส

ด้านสิ่งแวดล้อม

1. โครงการต้นน้ำต้นชีวิต สมาคมปกากะญอเพื่อการพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม



สารบัญ

ส่วนที่ 1: ความรู้ภาพคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าพื้นฐาน

บทที่ 1	ความรู้เทคนิคพื้นฐานในการสร้างภาพคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	1
	บทนำ	2
	หลักการพื้นฐานของเครื่องแม่เหล็กไฟฟ้า	2
	ความสำคัญของค่า T1, T2 และ T2*	4
	หลักการสร้างภาพคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	6
	ความสำคัญในการกดสัญญาณภาพ	9
	หลักการและความสำคัญในการแยกสัญญาณภาพ	12
	เทคนิคการสร้างภาพแบบกลับหายใจและแบบตามจังหวะการหายใจ	13
	บทสรุป	14
	เอกสารอ้างอิง	15
บทที่ 2	ความปลอดภัยในการตรวจ MRI ทางคลินิก	17
	บทนำ	18
	ความปลอดภัยของเครื่องตรวจ MRI	18
	ความปลอดภัยของ MR contrast agents	20
	บทสรุป	23
	เอกสารอ้างอิง	24
บทที่ 3	กายวิภาคปกติของตับและทางเดินน้ำดี	25
	บทนำ	26
	กายวิภาคปกติของตับ	26
	กายวิภาคผนังแปรของตับ	35
	กายวิภาคปกติของทางเดินน้ำดี	37
	กายวิภาคผนังแปรของทางเดินน้ำดี	39
	บทสรุป	43
	เอกสารอ้างอิง	44
บทที่ 4	สัญญาณรบกวนบนภาพคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของตับ	45
	บทนำ	46
	ลักษณะทางกายวิภาคของตับที่สัมพันธ์กับการเกิดสัญญาณรบกวน	46

สัญญาณรบกวนที่เกิดจากตัวเครื่อง MRI	47
สัญญาณรบกวนที่เกิดเทคนิคในการสร้างภาพ	51
สัญญาณรบกวนที่เกิดจากตัวผู้ป่วย	58
บทสรุป	66
เอกสารอ้างอิง	67

บทที่ 5 การแปลผลองค์ประกอบภายในรอยโรคตับ 69

บทนำ	70
หลักการแปลผลชนิดขององค์ประกอบ	70
ลักษณะสัญญาณภาพของเนื้อเยื่อภายในรอยโรคตับ	75
บทสรุป	88
เอกสารอ้างอิง	89

ส่วนที่ 2: ภาพคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของตับ

บทที่ 6 การวินิจฉัยภาพคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของโรคตับทางคลินิก 91

บทนำ	92
MRI protocol ในการตรวจทางคลินิก	92
การวินิจฉัยรอยโรคตับจากภาพ T2W, ภาพ heavily T2W และภาพ BSSFP	93
การวินิจฉัยรอยโรคตับจากภาพ IP และ OP	98
การวินิจฉัยรอยโรคตับจากภาพ DWI	100
การวินิจฉัยรอยโรคตับจากภาพ dynamic-enhanced MRI	103
การวินิจฉัยรอยโรคตับจากภาพ hepatobiliary phase	140
บทสรุป	148
เอกสารอ้างอิง	149

บทที่ 7 รอยโรคตับชนิดไม่ร้าย 157

บทนำ	158
ถุงน้ำตับ	158
Hemangioma	162
Focal nodular hyperplasia	197
Hepatic adenoma	227
บทสรุป	242
เอกสารอ้างอิง	243

บทที่ 8	ก้อนเนื้องอกที่พบบ่อยในภาวะตับแข็ง และมะเร็งตับ	247
	บทนำ	248
	บทบาททางรังสีวิทยาในการวินิจฉัยมะเร็งตับ	248
	ก้อนเนื้องอกที่พบบ่อยในภาวะตับแข็ง	249
	• Regenerative nodule	249
	• Dysplastic nodule	250
	Hepatocellular carcinoma	257
	บทบาทของ HSCAs ในการวินิจฉัยมะเร็งตับ	282
	Liver Imaging Reporting and Data System (LI-RADS)	293
	บทบาทของ MRI ในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดเปลี่ยนตับ	301
	บทสรุป	302
	เอกสารอ้างอิง	303
บทที่ 9	โรคของเนื้อตับ	309
	บทนำ	310
	ภาวะตับแข็ง	310
	ภาวะตับอักเสบแบบเฉียบพลัน	330
	ภาวะไขมันสะสมในเนื้อตับ	332
	ภาวะธาตุเหล็กสะสมในเนื้อตับ	340
	ภาวะพังผืดสะสมในเนื้อตับ	345
	บทสรุป	352
	เอกสารอ้างอิง	353
บทที่ 10	มะเร็งแพร่กระจายมาตับ	357
	บทนำ	358
	ลักษณะทั่วไป	358
	ลักษณะทางพยาธิวิทยา	363
	ลักษณะภาพคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	363
	แนวทางการประเมินในผู้ป่วยที่ไม่มีมะเร็งปฐมภูมิมาก่อน	380
	การวินิจฉัยแยกโรคกับรอยโรคตับอื่น ๆ	388
	บทสรุป	389
	เอกสารอ้างอิง	390

บทที่ 11 เนื้องอกตับหลังการรักษา 393

บทนำ	394
การทำ Transarterial Chemoembolization	394
การทำ Tumor Ablations ด้วยเทคนิคต่าง ๆ	398
บทสรุป	405
เอกสารอ้างอิง	406

บทที่ 12 โรคหลอดเลือดของตับและภาพความผิดปกติลง 407

บทนำ	408
ระบบหลอดเลือดที่เลี้ยงตับ	408
โรคหลอดเลือดที่เลี้ยงตับ	412
• โรคของ portal venous system	412
• โรคของ hepatic arterial system	420
• โรค hepatic venous system	420
ภาพความผิดปกติลงที่เนื้อตับ	424
• Parenchymal pseudolesions	424
• Vascular pseudolesions	452
บทสรุป	461
เอกสารอ้างอิง	462

ส่วนที่ 3: ภาพคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของทางเดินน้ำดี
บทที่ 13 หลักการวินิจฉัยภาพคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของทางเดินน้ำดี 465

บทนำ	466
กายวิภาคและสรีรวิทยาของทางเดินน้ำดี	466
การเตรียมผู้ป่วยก่อนการตรวจ MRCP	468
เทคนิคการตรวจ MRCP	468
การตรวจวินิจฉัยภาพ MRCP ทางคลินิก	479
บทสรุป	488
เอกสารอ้างอิง	489

บทที่ 14 โรคของถุงน้ำดี 491

บทนำ	492
นิ่วในถุงน้ำดี (gallstone)	492
ติ่งเนื้อในถุงน้ำดี	496
Adenomyomatosis	497

การอักเสบเรื้อรังของถุงน้ำดี	501
• Chronic cholecystitis	501
• Xanthogranulomatous cholecystitis (XGC)	504
• Mirizzi 's syndrome	505
มะเร็งถุงน้ำดี (gallbladder carcinoma)	506
บทสรุป	512
เอกสารอ้างอิง	513

บทที่ 15 โรคของท่อน้ำดี 515

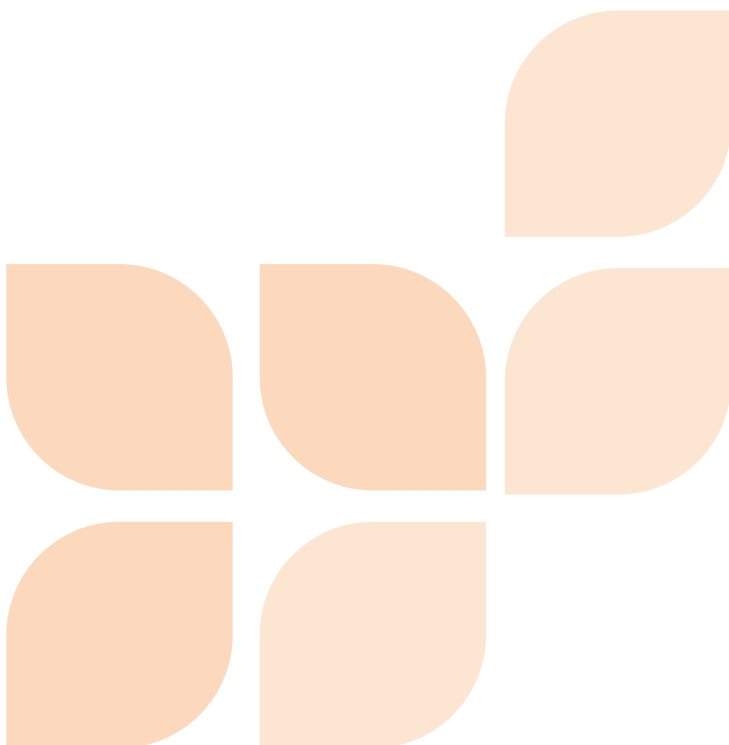
บทนำ	516
นิ่วในท่อน้ำดี	516
Bile duct/ampullary stenosis	523
Choledochal cyst	528
Multiple biliary hamartomas	533
การอักเสบของท่อน้ำดี	536
• Infectious cholangitis	536
• Recurrent pyogenic cholangitis	539
• Primary sclerosis cholangitis	539
เนื้องอกและมะเร็งท่อน้ำดี	542
• Biliary intraductal papillary mucinous neoplasm (IPMN)	542
• Biliary cystadenoma และ cystadenocarcinoma	545
• มะเร็งท่อน้ำดี (cholangiocarcinoma)	548
• มะเร็งบริเวณ ampullary และ periampullary	585
การตรวจหาการบาดเจ็บของท่อน้ำดี	586
บทสรุป	590
เอกสารอ้างอิง	591

บทที่ 16 ภาวะฉุกเฉินของโรคในระบบทางเดินน้ำดี 597

บทนำ	598
เทคนิคการตรวจ	599
กายวิภาคพื้นฐานของทางเดินน้ำดี	601
โรคถุงน้ำดีอักเสบเฉียบพลัน (acute cholecystitis)	602
ภาวะแทรกซ้อนจากโรคถุงน้ำดีอักเสบเฉียบพลัน	605
โรคทางเดินน้ำดีติดเชื้อเฉียบพลัน (acute cholangitis)	608
บทสรุป	611
เอกสารอ้างอิง	612

ส่วนที่ 4: การรายงานผลภาพคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทางคลินิก

บทที่ 17	การรายงานผลการตรวจทางคลินิก	615
	บทนำ	616
	ข้อจำกัดในการรายงานผลของรังสีแพทย์	616
	การรายงานผลที่แพทย์ผู้ส่งตรวจคาดหวัง	618
	ความคาดหวังของศิัลยแพทย์เพื่อวางแผนการผ่าตัด	620
	บทสรุป	622
	เอกสารอ้างอิง	623



สารบัญรูป

บทที่ 1	ความรู้เทคนิคพื้นฐานในการสร้างภาพคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	1
รูปที่ 1-1 :	แผนภาพแสดงการส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการคายพลังงานในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของโปรตรอน	3
รูปที่ 1-2 :	แผนภาพแสดงการคืนสู่ภาวะสมดุลของโปรตรอน	3
รูปที่ 1-3 :	แผนภาพของ Spin-Echo pulse sequence	8
รูปที่ 1-4 :	แผนภาพของ Gradient-Recalled-Echo pulse sequence	9
รูปที่ 1-5 :	แผนภาพของ Inversion Recovery pulse sequence	10
รูปที่ 1-6 :	แผนภาพแสดงผลของ Chemical Shift	11
บทที่ 3	กายวิภาคปกติของตับและทางเดินน้ำดี	25
รูปที่ 3-1 :	กายวิภาคปกติของตับในภาพตัดขวาง	29
รูปที่ 3-2 :	กายวิภาคปกติของ segment ตับ	31
รูปที่ 3-3 :	ภาพตับปกติใน unenhanced MRI	32
รูปที่ 3-4 :	ภาพตับปกติใน enhanced MRI	34
รูปที่ 3-5 :	Riedel lobe	35
รูปที่ 3-6 :	Sliver liver	36
รูปที่ 3-7 :	Diaphragmatic insertion	36
รูปที่ 3-8 :	Papillary process ของ caudate lobe	37
รูปที่ 3-9 :	กายวิภาคปกติของทางเดินน้ำดี	37
รูปที่ 3-10 :	แผนภาพแสดงกายวิภาคปกติและกายวิภาคผันแปรของทางเดินน้ำดีและท่อน้ำดีอ่อน	38
รูปที่ 3-11 :	กายวิภาคปกติและกายวิภาคผันแปรของท่อน้ำดี	41
รูปที่ 3-12 :	แผนภาพกายวิภาคปกติ และกายวิภาคผันแปรของท่อน้ำดี	42
บทที่ 4	สัญญาณรบกวนบนภาพแม่เหล็กไฟฟ้าของตับ	45
รูปที่ 4-1 :	ภาพเครื่อง MRI แสดงขดลวดแม่เหล็กหลัก (B_0)	47
รูปที่ 4-2 :	ตัวอย่างภาพแสดง zipper artifact	48
รูปที่ 4-3 :	ภาพ abdomen phase array coil	49
รูปที่ 4-4 :	แผนภาพ coil element	49
รูปที่ 4-5 :	ภาพเปรียบเทียบการวางตำแหน่งตรงกลางของกรอบตำแหน่งอ้างอิง	50
รูปที่ 4-6 :	แผนภาพแสดงความแตกต่างของ precession frequency ของโปรตรอนไขมันกับน้ำ	51

รูปที่ 4-7	: ตัวอย่างภาพแสดง chemical shift artifact	52
รูปที่ 4-8	: ตัวอย่างภาพแสดง magnetic susceptibility artifact เนื่องจากการ เหนี่ยวนำของวัตถุ	53
รูปที่ 4-9	: ตัวอย่างภาพแสดง magnetic susceptibility artifact เนื่องจากอากาศ อากาศในลำไส้	54
รูปที่ 4-10	: แสดง wrap-around artifact	54
รูปที่ 4-11	: Wrap-around artifact	55
รูปที่ 4-12	: การวางแผนการสร้างภาพ MRI แสดงการตั้งค่า oversampling	56
รูปที่ 4-13	: แผนภาพและภาพ axial MRI แสดงการใส่ saturation band	57
รูปที่ 4-14	: ตัวอย่างภาพแสดง motion artifact	58
รูปที่ 4-15	: ตัวอย่างภาพแสดง ghost artifact จากผู้ป่วยกลืนหายใจไม่ดี	59
รูปที่ 4-16	: ตัวอย่างภาพแสดง ghost artifact จากการเคลื่อนไหวของอวัยวะในช่องท้อง	60
รูปที่ 4-17	: ตัวอย่างภาพแสดง flow-related artifact	60
รูปที่ 4-18	: ภาพแสดงการวางแผนการสร้างภาพ MRI ด้วยการใช้ pre-saturated band	61
รูปที่ 4-19	: อุปกรณ์ Vector CardioGraphy (VCG) และสายเชื่อมต่อ	61
รูปที่ 4-20	: แผนภาพแสดง ECG gating	61
รูปที่ 4-21	: อุปกรณ์ respiratory sensor ของเครื่อง MRI	62
รูปที่ 4-22	: แผนภาพกราฟแสดงการหายใจที่สม่ำเสมอในรูปแบบ sine wave	63
รูปที่ 4-23	: แผนภาพแสดงการรับสัญญาณภาพ MRI ในขณะที่ผู้ป่วยกลืนหายใจหนึ่ง หลังการหายใจออก	63
รูปที่ 4-24	: ตัวอย่างภาพแสดงการลด ghost artifact ด้วย respiratory gating	63
รูปที่ 4-25	: แผนภาพแสดงการรับสัญญาณภาพ MRI ร่วมกับการใช้ respiratory gating	64
รูปที่ 4-26	: การวางแผนการสร้างภาพ MRI แสดงตำแหน่งของ navigator echo	65
รูปที่ 4-27	: ตัวอย่างภาพแสดงการลด ghost artifact ด้วย navigator technique	65

บทที่ 5 การแปลผลองค์ประกอบภายในรอยโรคตับ 69

รูปที่ 5-1	: ถุงน้ำตับ	71
รูปที่ 5-2	: กายวิภาคของตับปกติในภาพ T1W	72
รูปที่ 5-3	: กายวิภาคของตับปกติในภาพ T2W	73
รูปที่ 5-4	: Indian ink artifact	73
รูปที่ 5-5	: เปรียบเทียบกายวิภาคตับปกติในภาพ T2W ที่ใช้และไม่ใช้เทคนิค FS	74
รูปที่ 5-6	: Hepatocellular carcinoma	75
รูปที่ 5-7	: ถุงน้ำตับ	75
รูปที่ 5-8	: Flow artifact	76
รูปที่ 5-9	: Ruptured HCC	77
รูปที่ 5-10	: Lipoma	77
รูปที่ 5-11	: HCC ที่มีองค์ประกอบของไขมัน	78

รูปที่ 5-12 : ภาพไขมันสะสมในเนื้อตับ	79
รูปที่ 5-13 : ภาพธาตุเหล็กสะสมในเนื้อตับ	79
รูปที่ 5-14 : ฝีในตับ(ระยะที่โรคกำลังหาย)	80
รูปที่ 5-15 : Confluent hepatic fibrosis	81
รูปที่ 5-16 : ภาพเลือดออกกระยะเฉียบพลันใน HCCs	82
รูปที่ 5-17 : ภาพเลือดออกกระยะกลางใน HCC	83
รูปที่ 5-18 : ภาพเลือดออกกระยะท้ายใน HCC	83
รูปที่ 5-19 : ภาพที่มีการอักเสบของเนื้อตับจาก ascending cholangitis	84
รูปที่ 5-20 : Mucin-producing hepatic metastases	85
รูปที่ 5-21 : Myxoid-producing hepatic metastases	86
รูปที่ 5-22 : Melanin-producing hepatic metastases	87

บทที่ 6 การวินิจฉัยภาพแม่เหล็กไฟฟ้าของโรคตับทางคลินิก 91

รูปที่ 6-1 : Motion artifact	93
รูปที่ 6-2 : ลักษณะของรอยโรคตับแบบต่างๆ	95
รูปที่ 6-3 : กายวิภาคของช่องท้อง	97
รูปที่ 6-4 : Tumor-hiding sequence ของ hepatocellular carcinoma	97
รูปที่ 6-5 : Fat-containing HCC	99
รูปที่ 6-6 : Cirrhotic nodules	99
รูปที่ 6-7 : ลักษณะ T2-shine through ใน simple hepatic cyst	101
รูปที่ 6-8 : ลักษณะ restricted diffusion ในรอยโรคตับของผู้ป่วยสองราย	102
รูปที่ 6-9 : Two hepatic metastases จากมะเร็งลำไส้ใหญ่	103
รูปที่ 6-10 : กายวิภาคตับปกติในภาพ dynamic-enhanced MRI (ECA-MRI)	108
รูปที่ 6-11 : กายวิภาคตับปกติในภาพ dynamic-enhanced MRI (HSCA-MRI)	109
รูปที่ 6-12 : กายวิภาคตับปกติในภาพ subtraction ของ dynamic-enhanced MRI	110
รูปที่ 6-13 : ลักษณะ enhancement ของกายวิภาคหลอดเลือดตับปกติ	111
รูปที่ 6-14 : HCC ที่มีองค์ประกอบของเลือด	113
รูปที่ 6-15 : Simple hepatic cyst	113
รูปที่ 6-16 : Angiosarcoma	115
รูปที่ 6-17 : ภาพ heavily T2W ของ hemangioma และ cystic metastases	115
รูปที่ 6-18 : รอยโรคของตับ แบบ hyper-enhancement	116
รูปที่ 6-19 : ลักษณะ “washout” ใน HCC	117
รูปที่ 6-20 : Target appearance ของ CCA	118
รูปที่ 6-21 : Typical central scar enhancement ใน FNH	118
รูปที่ 6-22 : Capsular retraction ของ CCA	119
รูปที่ 6-23 : ลักษณะ hepatocyte defect ของรอยโรคตับ	121
รูปที่ 6-24 : FNHs ของผู้ป่วย 4 ราย	122

รูปที่ 6-25	: FNH	123
รูปที่ 6-26	: Inflammatory HA	124
รูปที่ 6-27	: HCC ที่มีองค์ประกอบของไขมัน	125
รูปที่ 6-28	: Steatotic HA	126
รูปที่ 6-29	: Typical HCC	128
รูปที่ 6-30	: HCC	129
รูปที่ 6-31	: ลักษณะ hypo-enhancement ของรอยโรคตับ	131
รูปที่ 6-32	: รอยโรคตับในผู้ป่วย 3 รายที่มีภาพ MRI ไกล่เคียงกัน	132
รูปที่ 6-33	: Hepatic metastases จากมะเร็งลำไส้ใหญ่	133
รูปที่ 6-34	: Hepatic metastases จากมะเร็งลำไส้ใหญ่	133
รูปที่ 6-35	: Hepatic metastasis จากมะเร็งต่อมลูกหมาก	134
รูปที่ 6-36	: Periductal CCA	134
รูปที่ 6-37	: Mass-forming CCA	135
รูปที่ 6-38	: Hepato-cholangiocarcinoma	136
รูปที่ 6-39	: ฝีในตับจากเชื้อวัณโรค	138
รูปที่ 6-40	: Hypovascular pseudolesion	139
รูปที่ 6-41	: ลักษณะ hypointense จาก hepatocyte defect ในรอยโรคตับ	143
รูปที่ 6-42	: ลักษณะ hyperintense/ isointense ใน hepatobiliary phase ของรอยโรคตับ	145
รูปที่ 6-43	: ลักษณะ target appearance (target sign) ใน hepatobiliary phase	146
รูปที่ 6-44	: "Paradoxical" target sign ใน hepatobiliary phase	147

บทที่ 7 รอยโรคตับชนิดไม่ร้าย 157

รูปที่ 7-1	: Simple hepatic cyst	159
รูปที่ 7-2	: ถุงน้ำที่ตับใน polycystic kidney disease	160
รูปที่ 7-3	: Biliary hamatomas	161
รูปที่ 7-4	: Cystic hepatic metastases	161
รูปที่ 7-5	: เปรียบเทียบสัญญาณภาพ T2W และภาพ heavily T2W ของ hemangiomas	163
รูปที่ 7-6	: Typical cavernous hemangioma	165
รูปที่ 7-7	: Two cavernous hemangiomas	166
รูปที่ 7-8	: Typical enhancement ใน cavernous hemangioma	167
รูปที่ 7-9	: Cavernous hemangioma (HSCA-MRI)	169
รูปที่ 7-10	: Cavernous hemangioma (HSCA-MRI, DWI)	171
รูปที่ 7-11	: Cavernous hemangioma ในเนื้อตับที่มีภาวะไขมันสะสม	173
รูปที่ 7-12	: Capillary hemangioma	174
รูปที่ 7-13	: Capillary hemangioma ที่มี AV shunting	175

รูปที่ 7-14 : Capillary hemangioma ที่มี perilesional enhancement	176
รูปที่ 7-15 : Hyalinized hemangioma (HSCA-MRI)	178
รูปที่ 7-16 : Hyalinized hemangioma (HSCA-MRI)	179
รูปที่ 7-17 : Hyalinized hemangioma (ECA-MRI)	180
รูปที่ 7-18 : Giant hemangioma	181
รูปที่ 7-19 : Giant hemangioma ที่มี central scar	183
รูปที่ 7-20 : Two hemangiomas	184
รูปที่ 7-21 : Hemangiomatosis	185
รูปที่ 7-22 : Calcified hemangioma	186
รูปที่ 7-23 : Cystic hemangioma	187
รูปที่ 7-24 : Hepatic metastasis จากมะเร็งเต้านม	188
รูปที่ 7-25 : Small central-dot sign ใน hemangioma	190
รูปที่ 7-26 : Large central-dot sign ใน hemangioma	191
รูปที่ 7-27 : Hemangioma พบร่วมกับ FNH	192
รูปที่ 7-28 : Hemangioendothelioma	195
รูปที่ 7-29 : Hemangioendothelioma ในผู้ป่วยอีกราย	196
รูปที่ 7-30 : Regressed FNH	198
รูปที่ 7-31 : FNHs (HSCA-MRI)	199
รูปที่ 7-32 : Typical FNHs (ECA-MRI)	201
รูปที่ 7-33 : Typical central scar ของ FNH (ECA-MRI)	202
รูปที่ 7-34 : ลักษณะภาพ T2W ของ FNHs	203
รูปที่ 7-35 : ภาพ DWI และภาพ ADC map ของ FNH	204
รูปที่ 7-36 : Arterial enhancement ของ FNHs	205
รูปที่ 7-37 : Typical FNH with central scar (HSCA-MRI)	207
รูปที่ 7-38 : Small FNH (HSCA-MRI)	209
รูปที่ 7-39 : Subtle FNH (HSCA-MRI)	211
รูปที่ 7-40 : FNH ในเนื้องอกที่มีภาวะไขมันสะสม (HSCA-MRI)	213
รูปที่ 7-41 : Atypical FNH	215
รูปที่ 7-42 : Atypical FNH ที่มี minimal hepatocyte defect ใน hepatobiliary phase	217
รูปที่ 7-43 : ลักษณะภาพ hepatobiliary MRI ของ FNHs	219
รูปที่ 7-44 : FNH ที่คล้าย hepatic metastasis ในผู้ป่วยที่มีประวัติมะเร็งไตข้างขวา	221
รูปที่ 7-45 : Fibrolamellar HCC	222
รูปที่ 7-46 : FNH ใน post-liver transplantation	223
รูปที่ 7-47 : FNH ที่มีไขมันสะสมภายใน	225
รูปที่ 7-48 : FNH ที่มี HCC ภายใน	226
รูปที่ 7-49 : Atoll sign ใน HA	229
รูปที่ 7-50 : HA ที่มีองค์ประกอบของไขมัน (HSCA-MRI)	231
รูปที่ 7-51 : HA ที่มีภาวะเลือดออก	233

รูปที่ 7-52 : Steatotic HAs (HSCA-MRI)	235
รูปที่ 7-53 : Steatotic HA (HSCA-MRI)	237
รูปที่ 7-54 : HA ที่คล้าย HCC	239
รูปที่ 7-55 : Hepatic adenomatosis	241

บทที่ 8 ก่อนเนื้องอกที่พบบ่อยในภาวะตับแข็งและมะเร็งตับ 247

รูปที่ 8-1 : Cirrhotic nodule	251
รูปที่ 8-2 : Low-grade DN	253
รูปที่ 8-3 : Atypical nodule	255
รูปที่ 8-4 : Low-grade DN	257
รูปที่ 8-5 : Small HCC ที่มี “washout”	259
รูปที่ 8-6 : HCC	260
รูปที่ 8-7 : Early HCC ที่พบ corona enhancement	261
รูปที่ 8-8 : Large HCC ที่พบ capsular appearance	262
รูปที่ 8-9 : ลักษณะ fatty metamorphosis ใน early HCC	263
รูปที่ 8-10 : Portal invasion จาก HCC	265
รูปที่ 8-11 : ลักษณะ heterogeneous enhancement ของ large HCC	266
รูปที่ 8-12 : HCC ที่มีเลือดออกภายใน	267
รูปที่ 8-13 : ลักษณะ hemosiderosis ใน HCC	267
รูปที่ 8-14 : ลักษณะ nodule-in-nodule ใน HCC	269
รูปที่ 8-15 : Infiltrative HCC	271
รูปที่ 8-16 : ลักษณะ fatty metamorphosis ใน large HCC	272
รูปที่ 8-17 : Hepato-cholangiocarcinoma	275
รูปที่ 8-18 : Fibrolamellar HCC	276
รูปที่ 8-19 : ภาพ contrast-enhanced MR cholangiography	283
รูปที่ 8-20 : Small HCC	285
รูปที่ 8-21 : ลักษณะภาพ hepatobiliary phase ของ well-differentiated HCC	287
รูปที่ 8-22 : ลักษณะภาพ hepatobiliary phase ของ HCCs	288
รูปที่ 8-23 : ลักษณะภาพ hepatobiliary phase ของก้อนเนื้อในตับที่เปลี่ยนแปลงเป็น small HCC ในเวลาต่อมา	289
รูปที่ 8-24 : ลักษณะ nodule-in-nodule ในภาพ hepatobiliary phase ของ HCC	292
รูปที่ 8-25 : Small HCC ที่เห็นได้ชัดเจนขึ้นในภาพ GRE T2W SPIO-MRI	292
รูปที่ 8-26 : ลักษณะ enhancement ของ HCC ในภาพ subtraction ของ dynamic-enhanced MRI	295
รูปที่ 8-27 : ลักษณะ capsule appearance ใน HCC	296
รูปที่ 8-28 : Multiple HCCs	297
รูปที่ 8-29 : ลักษณะ restricted diffusion ของ HCC	398

บทที่ 9 โรคของเนื้อตับ 309

รูปที่ 9-1	: การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของตับในภาวะตับแข็งระยะแรก	312
รูปที่ 9-2	: การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของตับในภาวะตับแข็งระยะท้าย	313
รูปที่ 9-3	: ลักษณะ nodular surface	313
รูปที่ 9-4	: Expanded gallbladder fossa sign	314
รูปที่ 9-5	: ลักษณะตับกลีบซ้ายโต	314
รูปที่ 9-6	: Primary sclerosing cholangitis	315
รูปที่ 9-7	: Budd-Chiari syndrome	316
รูปที่ 9-8	: ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของผิวตับ	317
รูปที่ 9-9	: การเปลี่ยนแปลงผิวตับแบบ micronodular จาก hemochromatosis	319
รูปที่ 9-10	: การเปลี่ยนแปลงผิวตับแบบ macronodular	320
รูปที่ 9-11	: การเปลี่ยนแปลงผิวตับแบบ mixed nodular ใน Wilson's disease	320
รูปที่ 9-12	: Primary biliary cirrhosis	321
รูปที่ 9-13	: Ascites	322
รูปที่ 9-14	: Portal HT	323
รูปที่ 9-15	: Gamna's Gandy Bodies	324
รูปที่ 9-16	: ลักษณะ enhancement ของเนื้อตับในภาวะตับแข็ง	325
รูปที่ 9-17	: Regenerative nodules (RNs)	325
รูปที่ 9-18	: Confluent hepatic fibrosis	326
รูปที่ 9-19	: ภาวะตับแข็งระยะแรก (HSCA-MRI)	328
รูปที่ 9-20	: ภาวะตับแข็งระยะท้าย (SPIO-MRI)	328
รูปที่ 9-21	: ภาวะตับแข็งระยะท้าย ที่ยังคงมีการขับสาร HSCA ออกทางน้ำดี	329
รูปที่ 9-22	: ลักษณะของเนื้อตับแข็งระยะท้าย (HSCA-MRI)	329
รูปที่ 9-23	: ภาวะตับแข็งระยะท้าย ที่ไม่พบการขับสาร HSCA ออกทางน้ำดี	330
รูปที่ 9-24	: ภาวะตับอักเสบเฉียบพลันระยะแรก	331
รูปที่ 9-25	: ภาวะตับอักเสบเฉียบพลันระยะท้าย	332
รูปที่ 9-26	: ภาวะไขมันสะสมในเนื้อตับทั่วไป (diffuse type)	334
รูปที่ 9-27	: Focal fat sparing	335
รูปที่ 9-28	: ภาวะไขมันสะสมในเนื้อตับเป็นหย่อมเฉพาะที่ (patchy type)	335
รูปที่ 9-29	: ภาวะไขมันสะสมในเนื้อตับคล้ายก้อน (focal type)	336
รูปที่ 9-30	: ภาวะไขมันสะสมในเนื้อตับน้อย (ค่า HFF ใน mDixon)	338
รูปที่ 9-31	: ภาวะไขมันสะสมในเนื้อตับปานกลาง (ค่า HFF ใน mDixon)	339
รูปที่ 9-32	: Primary hemochromatosis	342
รูปที่ 9-33	: Secondary hemochromatosis (OP-IP sequence)	343
รูปที่ 9-34	: Severe secondary hemochromatosis	343
รูปที่ 9-35	: Secondary hemochromatosis ที่มีปริมาณธาตุเหล็กสะสมที่ตับใน 4 ระดับต่างกัน (แสดง color map ของค่า LIC)	345

รูปที่ 9-36	: ภาพทงผัดสสมในเนือตบระยท่าย	347
รูปที่ 9-37	: ภาพ DWI ในผู้ป่วยทไมมีภาพทงผัดสสมในเนือตบ	348
รูปที่ 9-38	: MR elastography ในอาสสมคร	349
รูปที่ 9-39	: MR elastography ในผู้ป่วยทมีภาพทงผัดสสมในเนือตบน้อย	350
รูปที่ 9-40	: MR elastography ในผู้ป่วยทมีภาพตบแ่ง	351

บทที่ 10 มะเร็งแพร่กระจายมาตบ (Liver metastases) 357

รูปที่ 10-1	: Single hepatic metastasis จากมะเร็งลำไส้ใหญ่	360
รูปที่ 10-2	: Multiple hepatic metastases จากมะเร็งรังไข่ทมี capsular spreading	361
รูปที่ 10-3	: Multiple hepatic metastases จากมะเร็งรังไข่ทมี capsular spreading	363
รูปที่ 10-4	: Calcified hepatic metastasis จากมะเร็งลำไส้ใหญ่	365
รูปที่ 10-5	: Cauliflower appearance ใน hepatic metastasis จากมะเร็งลำไส้ใหญ่	366
รูปที่ 10-6	: “Doughnut sign” หรือ “target sign” ใน hepatic metastases จาก มะเร็งลำไส้ใหญ่	367
รูปที่ 10-7	: Peripheral ring enhancement ทมี IHD dilatation ของ hepatic metastasis จากมะเร็งลำไส้ใหญ่	368
รูปที่ 10-8	: Peripheral ring enhancement ของ hepatic metastasis จาก มะเร็งลำไส้ใหญ่	369
รูปที่ 10-9	: Cauliflower appearance ใน hepatic metastasis จากมะเร็งลำไส้ใหญ่	370
รูปที่ 10-10	: Perilesional enhancement ของ hepatic metastasis จาก มะเร็ง ลำไส้ใหญ่	371
รูปที่ 10-11	: Heterogeneous hepatocyte defect ของ hepatic metastasis จาก มะเร็งลำไส้ใหญ่	371
รูปที่ 10-12	: Paradoxical “target” sign และ peripheral “washout” sign ของ hepatic metastases จากมะเร็งลำไส้ใหญ่	373
รูปที่ 10-13	: Single hepatic metastasis จากมะเร็งเต้านม	375
รูปที่ 10-14	: Miliary pattern ของ hepatic metastases จากมะเร็งเต้านม	376
รูปที่ 10-15	: Single hepatic metastasis จากมะเร็งตบอ่อน	377
รูปที่ 10-16	: Cystic appearance ใน hepatic metastasis จากมะเร็งชนิด gastrointestinal stromal tumor (GIST)	380
รูปที่ 10-17	: Multiple hepatic metastases จากมะเร็งลำไส้ใหญ่ทม้องคประกอบ ของสาร mucin	381
รูปที่ 10-18	: Hypovascular enhancement ของ hepatic metastases จากมะเร็ง ลำไส้ใหญ่	383
รูปที่ 10-19	: Single hepatic metastasis จากมะเร็งกระเพาะปัสสาวะ	384
รูปที่ 10-20	: Hypervascular enhancement ของ multiple hepatic metastases จากมะเร็งชนิด gastrointestinal stromal tumor (GIST)	385
รูปที่ 10-21	: Perilesional enhancement ของ hepatic metastases จาก มะเร็ง กระเพาะปัสสาวะ	387

บทที่ 11 เนื้องอกตับหลังการรักษา 393

รูปที่ 11-1	: HCC หลังการรักษาด้วย TACE	396
รูปที่ 11-2	: HCC หลังการรักษาด้วย TACE ในผู้ป่วยอีกราย	397
รูปที่ 11-3	: Hepatic metastasis จากมะเร็งลำไส้ใหญ่หลังการรักษาด้วย RFA	401
รูปที่ 11-4	: HCC หลังการรักษาด้วย RFA	402
รูปที่ 11-5	: HCC หลังการรักษาด้วย RFA ในผู้ป่วยอีกราย	403
รูปที่ 11-6	: Residual/recurrent HCC หลังการรักษาด้วย RFA	404

บทที่ 12 โรคหลอดเลือดของตับและภาวะความผิดปกติลง 407

รูปที่ 12-1	: Focal fat infiltration จาก aberrant vein	411
รูปที่ 12-2	: แผนภาพแสดง peri-biliary vascular plexus (PBP)	411
รูปที่ 12-3	: แผนภาพแสดงระบบหลอดเลือดย่อยของตับแบบ trans-sinusoidal plexus และ trans-tumoral plexus	412
รูปที่ 12-4	: Arteriovenous fistula	415
รูปที่ 12-5	: แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของระบบหลอดเลือดชนิดต่างๆ ในตับ	415
รูปที่ 12-6	: Porto-systemic collateral circulation	416
รูปที่ 12-7	: Bland และ tumor thrombus ใน portal vein	416
รูปที่ 12-8	: Bland thrombus ใน portal vein	417
รูปที่ 12-9	: Tumor thrombosis ใน portal vein	418
รูปที่ 12-10	: Chronic PV thrombosis	419
รูปที่ 12-11	: Budd-Chiari syndrome (subacute)	423
รูปที่ 12-12	: Focal fatty change บริเวณ pre-portal	425
รูปที่ 12-13	: Focal fatty change บริเวณข้าง falciform ligament	426
รูปที่ 12-14	: Nodular fatty change	427
รูปที่ 12-15	: Segmental fatty change	428
รูปที่ 12-16	: Heterogeneous fatty change	429
รูปที่ 12-17	: Multiple nodular fatty change	430
รูปที่ 12-18	: Atypical FNH	431
รูปที่ 12-19	: Diffuse HCC	432
รูปที่ 12-20	: HCC ที่มีองค์ประกอบของไขมัน	434
รูปที่ 12-21	: Focal fat sparing บริเวณ pre-portal	435
รูปที่ 12-22	: Focal fat sparing บริเวณรอบถุงน้ำดี	436
รูปที่ 12-23	: Nodular fat sparing	437
รูปที่ 12-24	: Inflammatory pseudotumor	439
รูปที่ 12-25	: Inflammatory pseudotumor ในผู้ป่วยอีกราย	441
รูปที่ 12-26	: Peliosis hepatis	443
รูปที่ 12-27	: Confluent hepatic fibrosis (ECA-MRI)	444

รูปที่ 12-28	: Confluent hepatic fibrosis (double-contrast MRI)	445
รูปที่ 12-29	: Confluent hepatic fibrosis (HSCA-MRI)	447
รูปที่ 12-30	: Mass-forming CCA	448
รูปที่ 12-31	: Segmental hypertrophy ในภาวะตับแข็ง	449
รูปที่ 12-32	: Segmental hypertrophy จาก PSC	450
รูปที่ 12-33	: Segmental enlargement จาก HCC	451
รูปที่ 12-34	: THID (sectoral type)	453
รูปที่ 12-35	: THID (sectoral type) พบร่วมกับ hemangioma	454
รูปที่ 12-36	: THID (sectoral type) พบร่วมกับฝีในตับ	455
รูปที่ 12-37	: THID (sectoral type) พบร่วมกับ capillary hemangioma	456
รูปที่ 12-38	: THID (sectoral type) พบร่วมกับ cavernous hemangioma	457
รูปที่ 12-39	: THID (nodular type) ในภาวะตับแข็ง	458
รูปที่ 12-40	: THID (segmental type)	459
รูปที่ 12-41	: THID (lobar-multisegmental type)	460

บทที่ 13 หลักการวินิจฉัยภาพคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของทางเดินน้ำดี 465

รูปที่ 13-1	: กายวิภาคของระบบทางเดินน้ำดี	467
รูปที่ 13-2	: Hilar cholangiocarcinoma	470
รูปที่ 13-3	: กายวิภาคของท่อน้ำดีปกติ	471
รูปที่ 13-4	: Benign distal CBD stricture	472
รูปที่ 13-5	: การสร้างภาพ MRCP	472
รูปที่ 13-6	: Sphincter of Oddi ปกติ	473
รูปที่ 13-7	: Small CBD stone	475
รูปที่ 13-8	: Distal CBD stone	475
รูปที่ 13-9	: Cholesterol GB stones	477
รูปที่ 13-10	: Malignant CBD stricture	477
รูปที่ 13-11	: Contrast-enhanced MRC	478
รูปที่ 13-12	: Pancreatic divisum	479
รูปที่ 13-13	: IHD stone	480
รูปที่ 13-14	: Aerobilia	481
รูปที่ 13-15	: Benign IHD stricture	482
รูปที่ 13-16	: Intraductal CCA	483
รูปที่ 13-17	: Distal CBD stone	483
รูปที่ 13-18	: Bile duct dilatation	484
รูปที่ 13-19	: Scleroderma	485
รูปที่ 13-20	: Primary sclerosing cholangitis	486
รูปที่ 13-21	: Caroli disease	487

บทที่ 14 โรคถุงน้ำดี 491

รูปที่ 14-1	: Cholesterol gallstones	493
รูปที่ 14-2	: Pigmented gallstone	494
รูปที่ 14-3	: Mixed gallstone	495
รูปที่ 14-4	: Gallbladder polyp	496
รูปที่ 14-5	: Adenomatous polyp	497
รูปที่ 14-6	: ลักษณะ string of beads sign ใน adenomyomatosis	498
รูปที่ 14-7	: Focal adenomyomatosis	499
รูปที่ 14-8	: Hourglass gallbladder จาก focal adenomyomatosis	500
รูปที่ 14-9	: Chronic cholecystitis	502
รูปที่ 14-10	: Chronic cholecystitis (ภาพ MRI และภาพ MRCP)	503
รูปที่ 14-11	: Acute cholecystitis	504
รูปที่ 14-12	: Mirizzi's syndrome	505
รูปที่ 14-13	: Gallbladder carcinoma ที่พบการหนาตัวของถุงน้ำดี	509
รูปที่ 14-14	: Gallbladder carcinoma ที่พบการลุกลามเข้าในเนื้อตับ	509
รูปที่ 14-15	: Gallbladder carcinoma พบร่วมกับ GB stones	510
รูปที่ 14-16	: Gallbladder carcinoma ในผู้ป่วยอีกราย ที่พบการลุกลามเข้าในเนื้อตับ	511

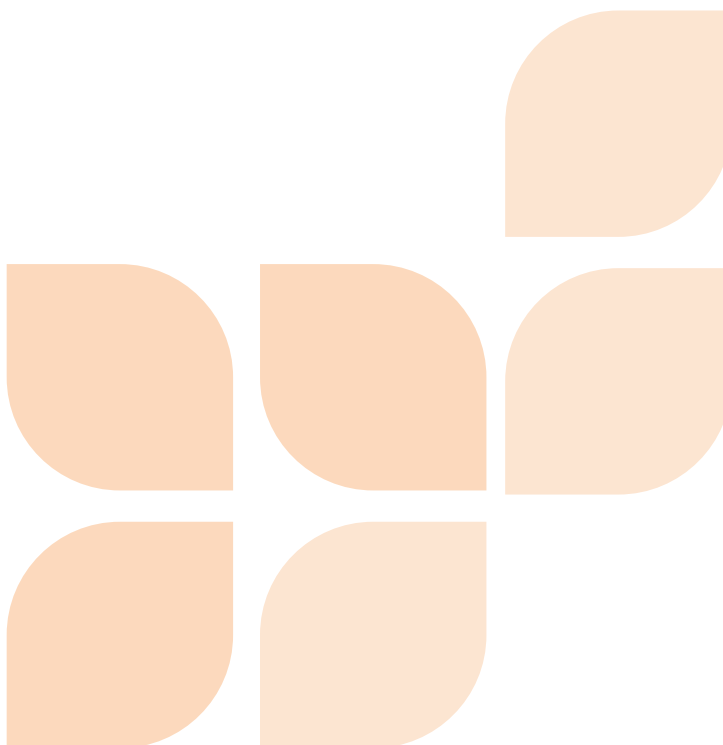
บทที่ 15 โรคของท่อน้ำดี 515

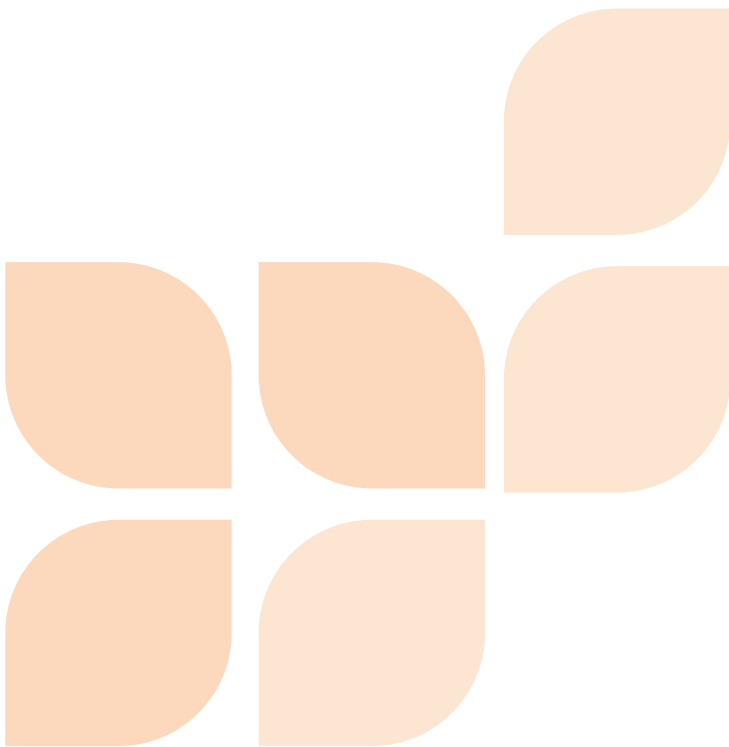
รูปที่ 15-1	: CBD stone	517
รูปที่ 15-2	: Intrahepatic duct และ CBD stones	518
รูปที่ 15-3	: IHD stones	519
รูปที่ 15-4	: Sphincter spasm	520
รูปที่ 15-5	: Aerobilia	521
รูปที่ 15-6	: Pseudo-filling defect	522
รูปที่ 15-7	: Benign left IHD stricture	524
รูปที่ 15-8	: Benign right IHD stricture	525
รูปที่ 15-9	: Proximal CBD stricture	526
รูปที่ 15-10	: Distal CBD/ampulla stricture (benign stricture)	527
รูปที่ 15-11	: Distal CBD stricture (malignant stricture)	528
รูปที่ 15-12	: แผนภาพแสดงระบบท่อน้ำดีปกติและรูปแบบต่างๆ ของ choledochal cyst type 1-5	530
รูปที่ 15-13	: Choledochal cyst type 1	530
รูปที่ 15-14	: Choledochal cyst type 2	531
รูปที่ 15-15	: Choledochal cyst type 4	531
รูปที่ 15-16	: Choledochal cyst type 5 (Caroli disease)	532

รูปที่ 15-17 :	Biliary hamatomas	533
รูปที่ 15-18 :	Hepatic microabscesses	535
รูปที่ 15-19 :	Multiple cystic metastases	535
รูปที่ 15-20 :	Infectious cholangitis	537
รูปที่ 15-21 :	Infectious parasitic cholangitis	538
รูปที่ 15-22 :	Oriental cholangiohepatitis	540
รูปที่ 15-23 :	Primary sclerosing cholangitis	542
รูปที่ 15-24 :	Adenomatous polyp	543
รูปที่ 15-25 :	Hepatic IPMN	544
รูปที่ 15-26 :	Biliary cystadenoma	547
รูปที่ 15-27 :	Mass-forming CCA (peripheral type) ที่มี capsular retraction	555
รูปที่ 15-28 :	Mass-forming cholangiocarcinoma (peripheral type)	556
รูปที่ 15-29 :	Typical enhancement ใน mass-forming cholangiocarcinoma (peripheral type)	557
รูปที่ 15-30 :	Mass-forming cholangiocarcinoma (peripheral type) ลูกกลม เข้าสู่ primary confluence ของ CHD	558
รูปที่ 15-31 :	Mass-forming CCA (peripheral type) ที่มี segmental atrophy	559
รูปที่ 15-32 :	Mass-forming CCA (hilar type) ที่มี portal vein invasion	560
รูปที่ 15-33 :	Mass-forming CCA (well-differentiated type)	562
รูปที่ 15-34 :	Mucin-producing CCA	563
รูปที่ 15-35 :	Capsular retraction ใน CCA	564
รูปที่ 15-36 :	Sclerosing HCC	567
รูปที่ 15-37 :	Hepato-cholangiocarcinoma	569
รูปที่ 15-38 :	Hepatic tuberculosis	571
รูปที่ 15-39 :	Hepatic metastasis จากมะเร็งกระเพาะปัสสาวะ	573
รูปที่ 15-40 :	แผนภาพ bismuth classification แสดงการตีบและลูกกลมของ periductal CCA ภายในระบบท่อน้ำดีตับ	574
รูปที่ 15-41 :	Periductal CCA ที่มีมะเร็งแพร่กระจายไปที่ตับ และต่อมน้ำเหลือง	577
รูปที่ 15-42 :	Periductal CCA ลูกกลมไปจนถึงบริเวณขั้วตับ	578
รูปที่ 15-43 :	Periductal CCA (diffuse, hilar type)	579
รูปที่ 15-44 :	Periductal CCA (mass-forming, hilar type)	581
รูปที่ 15-45 :	Intraductal CCA	584
รูปที่ 15-46 :	Ampullary carcinoma	585
รูปที่ 15-47 :	แผนภาพแสดง Strasberg classification ของการบาดเจ็บท่อน้ำดี	587
รูปที่ 15-48 :	Post-operative leakage	589

บทที่ 16 **ภาวะฉุกเฉินของโรคในระบบทางเดินน้ำดี** **597**

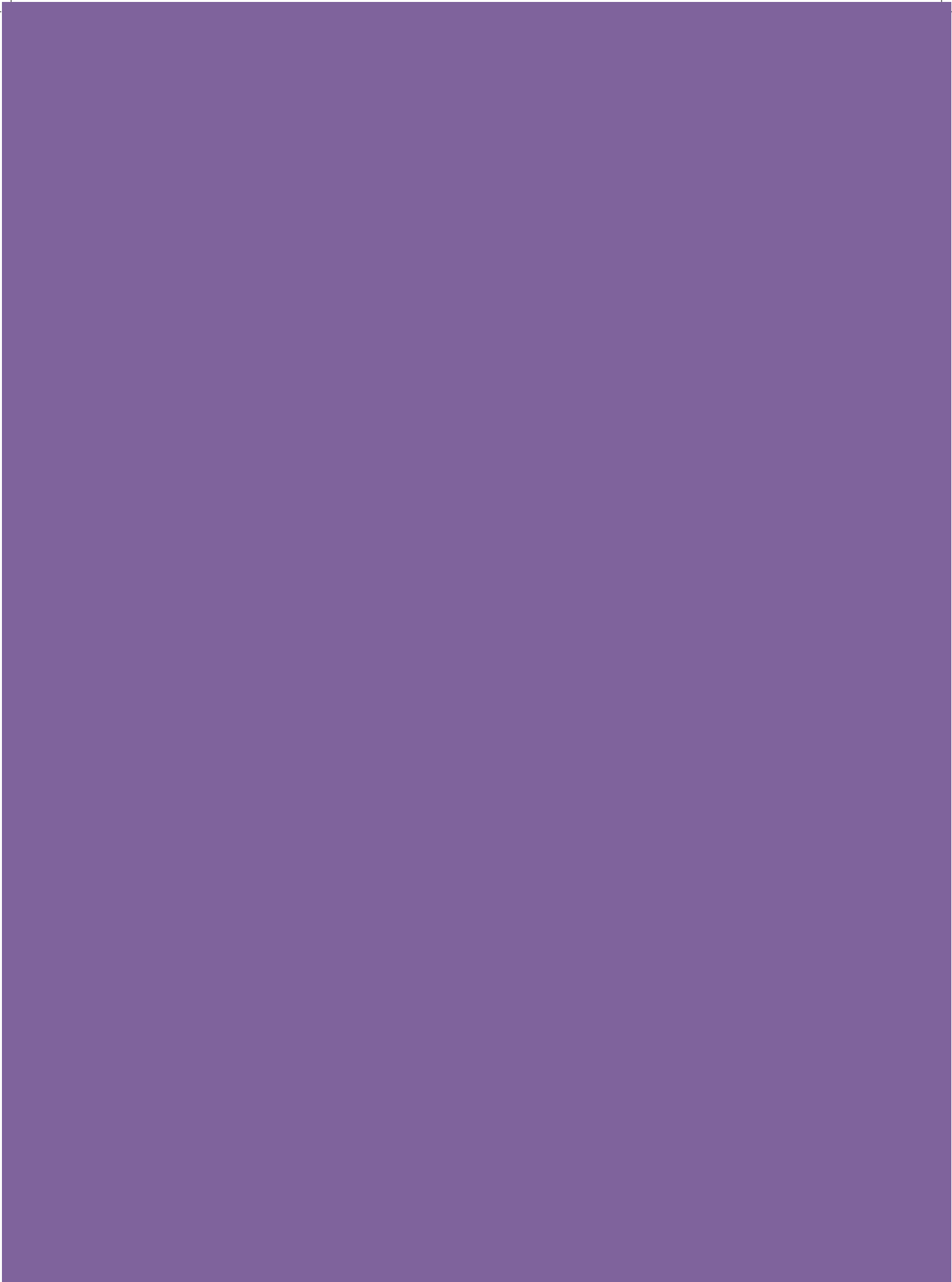
รูปที่ 16-1 : Acute calculous cholecystitis	604
รูปที่ 16-2 : Acute calculous cholecystitis ที่ภายในมี cholesterol bile	604
รูปที่ 16-3 : Gangrenous cholecystitis	607
รูปที่ 16-4 : Acute calculous cholangitis ที่พบการอักเสบของเนื้อตับโดยรอบ	610





ส่วนที่ 1

ความรู้ภาพคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าพื้นฐาน



บทที่ 1

ความรู้เทคนิคพื้นฐานในการสร้างภาพคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า BASIC TECHNICAL KNOWLEDGE OF MAGNETIC RESONANCE IMAGING

ไพรัช สายวิรุณพร

บทนำ

หลักการพื้นฐานของเครื่อง MRI

ความสำคัญของค่า T1, T2 และ T2*

หลักการสร้างภาพ MRI

ความสำคัญในการกดสัญญาณภาพ

หลักการและความสำคัญในการแยกสัญญาณภาพ

เทคนิคการสร้างภาพแบบกลับหายใจและตามจังหวะการหายใจ

บทสรุป

เอกสารอ้างอิง

บทนำ

การสร้างภาพคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (magnetic resonance imaging, MRI) ของตับ และระบบทางเดินน้ำดีเป็นการสร้างภาพอีกวิธีหนึ่งที่มีประโยชน์ทางการแพทย์ และถูกนำมาใช้ในการวินิจฉัยพยาธิสภาพต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง ในปัจจุบันภาพ MRI จะมีสัญญาณภาพ (image signal) ได้หลากหลายขึ้นกับโปรแกรม (MR pulse sequence) และตัวแปร (MR parameters) ที่ใช้เป็นตัวกำหนดแต่ละเทคนิคในการสร้างภาพ⁽¹⁻⁴⁾ ซึ่งแตกต่างจากภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (computed tomography, CT) ที่สัญญาณภาพขึ้นกับความหนาแน่นของธาตุเป็นหลัก

การนำภาพ MRI มาใช้ในประโยชน์ทางคลินิกจำเป็นต้องอาศัยองค์ความรู้ร่วมกัน ระหว่างความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับหลักการสร้างภาพ และการกำจัดสัญญาณรบกวน (MR artifacts) ที่อาจพบได้ในภาพ MRI ให้เหลือน้อยที่สุด โดยแพทย์ผู้ส่งตรวจ รังสีแพทย์ รังสีเทคนิค และผู้เชี่ยวชาญเครื่อง MRI สามารถปรึกษาร่วมกันเพื่อทำการ ปรับเปลี่ยน MR pulse sequence และ MR parameters เพื่อให้ได้สัญญาณภาพ ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด และการปรับเปลี่ยนที่เหมาะสมทำให้ภาพ MRI

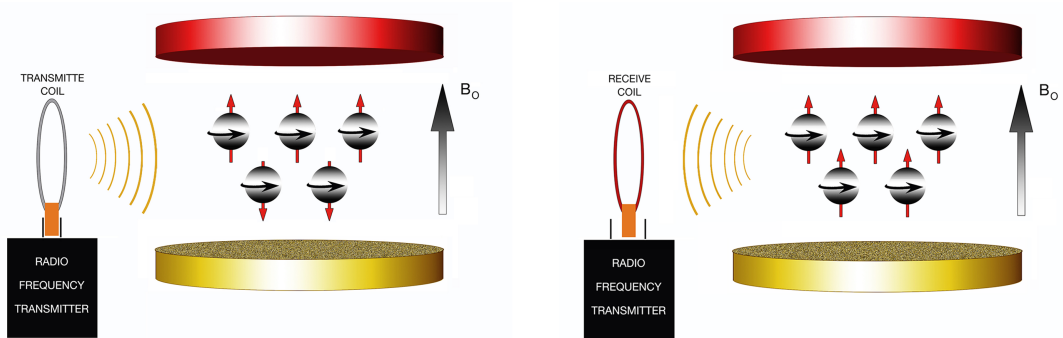
สามารถบ่งบอกถึงข้อมูลของเนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบ ในการทำให้เกิดพยาธิสภาพของโรคได้ เช่น การปรับเปลี่ยนเพื่อให้ได้ภาพที่มีสัญญาณภาพขึ้นกับความหนาแน่นของไฮโดรเจนเรียกว่าภาพ proton density-weighted (PDW) หรือภาพที่มีสัญญาณภาพขึ้นกับขนาดโมเลกุลที่มีไฮโดรเจนอยู่ เรียกว่า ภาพ T1-weighted (T1W) และภาพที่มีสัญญาณภาพที่ขึ้นกับโอกาสการเจอแกนของไฮโดรเจน เรียกว่า ภาพ T2-weighted (T2W) ทำให้สามารถตรวจวินิจฉัยแยกโรคในเนื้อตับได้ แต่ในทางกลับกันแพทย์ที่ไม่คุ้นเคยกับความหลากหลายของสัญญาณภาพที่เกิดขึ้นในภาพ MRI แต่ละเทคนิค ก็อาจทำให้เกิดความสับสนในการวินิจฉัยได้เช่นเดียวกัน

สำหรับในบทนี้จะอธิบายถึงหลักการในการสร้างภาพ MRI รวมถึงการปรับเปลี่ยนเพื่อให้ได้สัญญาณภาพที่ต้องการ และเทคนิคต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในการสร้างภาพ MRI ของตับ และระบบทางเดินน้ำดี สำหรับสัญญาณรบกวนที่อาจพบบนภาพ MRI รวมถึงวิธีการแก้ไขเพื่อลดหรือกำจัดสัญญาณรบกวนเหล่านี้ จะได้กล่าวถึงต่อไปโดยละเอียดในบทที่ 4

หลักการพื้นฐานของเครื่อง MRI

โดยทั่วไป นิวเคลียสของอะตอมที่สามารถถูกกระตุ้นภายใต้สนามแม่เหล็กความเข้มสูง⁽⁵⁻⁷⁾ (สนามแม่เหล็กหลัก) ของเครื่อง MRI ได้ ต้องเป็นนิวเคลียสของอะตอมที่มีสภาพแม่เหล็ก (มีจำนวนโปรตอนหรือนิวตรอนเป็นจำนวนคี่ เช่น ไฮโดรเจน) สำหรับนิวเคลียสของอะตอมที่ไม่มีสภาพแม่เหล็ก (มีโปรตรอน และนิวตรอนเป็นจำนวนคู่ เช่น ออกซิเจน) จะไม่สามารถกระตุ้นให้เกิดสัญญาณภาพ MRI ได้ เนื่องจากไม่ตอบสนองต่อสนามแม่เหล็กหลัก การสร้างภาพ MRI ทางทางแพทย์อาศัยหลักการพื้นฐานที่นิวเคลียสของไฮโดรเจนในร่างกายซึ่งเป็นนิวเคลียสของอะตอมที่มีสภาพแม่เหล็กสามารถ

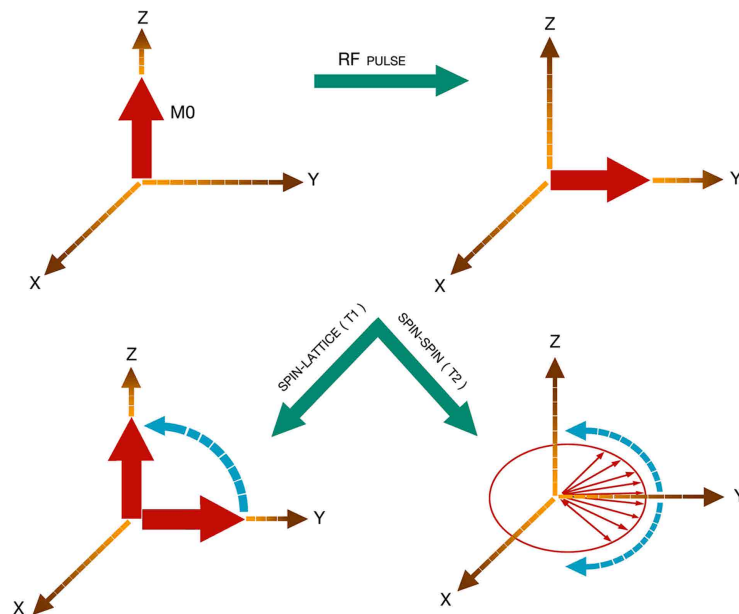
ถูกกระตุ้นให้ออกจากภาวะสมดุล ในสนามแม่เหล็กหลัก เมื่อได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในย่านความถี่ที่เท่ากับความต่างของระดับพลังงานพอดี หรือที่ความถี่ก่าทอน (resonance frequency, RF) (**รูปที่ 1-1A**) ซึ่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านี้จะอยู่ในย่านคลื่นวิทยุ และจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ของเครื่อง MRI ในการรับส่งคลื่นสัญญาณนี้ เรียกว่า RF coils สำหรับสัญญาณภาพ MRI นั้น เป็นข้อมูลที่ไดจากนิวเคลียสของไฮโดรเจนในร่างกายหลังจากการถูกกระตุ้นด้วยคลื่นวิทยุที่ความถี่ก่าทอน (**รูปที่ 1-1B**) ที่อาจมีความแตกต่างกันได้หลายรูปแบบ โดยขึ้นอยู่กับปริมาณของนิวเคลียส หรือการแลกเปลี่ยนพลังงาน



รูปที่ 1-1 แผนภาพแสดงการส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และการคายพลังงานในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของโปรตรอน

รูป A แผนภาพแสดงการส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ความถี่ก้ำก๋อนของโปรตรอนในสนามแม่เหล็กหลักเพื่อกระตุ้นให้โปรตรอนนั้นออกจากภาวะสมดุล

รูป B แผนภาพแสดงการคายพลังงานในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของโปรตรอน ที่เป็นสัญญาณภาพ MRI



รูปที่ 1-2 แผนภาพแสดงการคืนสู่ภาวะสมดุลของโปรตรอน ที่สามารถแยกออกเป็น 2 กระบวนการ คือการคายพลังงานหรือ spin-lattice (T1) และการแลกเปลี่ยนพลังงาน spin-spin (T2) relaxation processes

ระหว่างนิวเคลียส

ข้อมูลที่ใช้สำหรับสัญญาณภาพ MRI นี้มาจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับนิวเคลียสที่เข้าสู่กระบวนการคืนสู่ภาวะสมดุลเดิม (รูปที่ 1-2) ที่ข้อมูลอาจมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับขนาดโครงสร้างโมเลกุลของนิวเคลียสนั้น หรือโอกาสที่นิวเคลียสนั้นจะเจอกัน โดยคุณสมบัติต่างๆ เหล่านี้ ยังเกี่ยวข้องกับค่าเวลาในการคืนสู่ภาวะสมดุลเดิม ที่เรียกว่า ค่าเวลาในการผ่อนคลาย (relaxation time) ซึ่งจะเป็นตัวแปรหนึ่ง (MR parameter) ที่สำคัญในการสร้างภาพ MRI เทคนิค T1-weighted (T1W) และเทคนิค T2-weighted (T2W) ที่จะได้อธิบายโดย

ละเอียดต่อไป ดังนั้นภาพ MRI ที่สามารถนำมาใช้ทางคลินิกได้จะขึ้นอยู่กับ ความหนาแน่นของนิวเคลียสของไฮโดรเจน ในร่างกาย ระหว่างภาวะถูกกระตุ้น และกระบวนการคืนสู่ภาวะสมดุลเดิมของนิวเคลียสของไฮโดรเจนนั้น

อนึ่งสำหรับในร่างกายที่มีเนื้อเยื่อหลายชนิดก็จะให้สัญญาณ ภาพ MRI ที่ได้มีความแตกต่างกัน ทำให้เกิดประโยชน์ในการวินิจฉัยแยกโรคทางคลินิกได้ สำหรับในที่นี้จะใช้คำว่าโปรตรอนเพื่อหมายถึงนิวเคลียสของไฮโดรเจนที่ใช้ในการสร้างภาพ MRI ทางทางการแพทย์เป็นหลักต่อไป

หลักการและความสำคัญของค่า T1, T2 และ T2*

ในทางคลินิก ภาพ MRI ที่นำมาใช้ในการวินิจฉัยแยกโรค จำเป็นต้องเป็นภาพ MRI ที่สามารถแยกสัญญาณภาพของเนื้อเยื่อ หรือองค์ประกอบภายในรอยโรคได้ดี และมีค่าสัญญาณแปรปรวนน้อย ซึ่งพบว่าค่าเวลาที่เกี่ยวข้องกับการคืนสู่ภาวะสมดุลเดิม เรียก ค่าเวลาในการผ่อนคลาย (relaxation time) เป็นตัวแปรหนึ่งที่มีความสำคัญมาก และเป็นค่าเวลาที่มาจากกระบวนการที่โปรตรอนในร่างกายจะเข้าสู่กระบวนการคืนสู่สมดุลเดิม หลังจากหยุดการให้คลื่นวิทยุ (RF pulse) โดยค่าเวลาในการผ่อนคลาย (relaxation time) พบได้ 3 ค่า เวลา คือ T1 relaxation time (T1), T2 relaxation time (T2) และ T2* relaxation time (T2*) ที่เกิดจากสองกระบวนการ⁽⁸⁻¹²⁾ (รูปที่ 1-2) คือ กระบวนการคายพลังงานสู่สิ่งแวดล้อม (T1 relaxation process) ที่สัมพันธ์กับค่า T1 relaxation time (T1) และกระบวนการแลกเปลี่ยนพลังงานระหว่างกัน (T2 relaxation process) ที่สัมพันธ์กับ T2 relaxation time (T2) สำหรับ T2* relaxation time (T2*) เป็นค่าจากผลของความสัมพันธ์รวมทางคณิตศาสตร์ของอัตราการลดลงของสัญญาณ ที่เกี่ยวข้องกับค่า T2 relaxation time และอัตราการลดลงของสัญญาณที่เกี่ยวข้องกับความแปรปรวนของสนามแม่เหล็กใน

บริเวณใกล้เคียง ที่จะมีผลต่ออัตราการลดลงของสัญญาณ โดยจะกล่าวถึงเพิ่มเติมต่อไป

กระบวนการคายพลังงาน (T1 relaxation process)

เป็นกระบวนการที่โปรตรอนคืนสู่ภาวะสมดุลเดิมโดยคายพลังงานที่ได้รับจากการกระตุ้นให้กับสิ่งแวดล้อม โดยกระบวนการคายพลังงานนั้น เป็นความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ในการสั่นไหวตามธรรมชาติของโมเลกุล (ซึ่งแปรผันกับขนาดโมเลกุล) กับความถี่กำหนด (ซึ่งแปรตรงกับความเข้มสนามแม่เหล็กหลัก) เรียกค่าเวลาที่เกิดจากกระบวนการคายพลังงานนั้นว่า ค่า T1 relaxation time ดังนั้นยิ่งคายพลังงานได้เร็วเท่าไรโปรตรอน ก็จะกลับสู่ภาวะสมดุลเร็วขึ้นเท่านั้น และโปรตรอน ที่กลับสู่ภาวะสมดุลมากเท่าไร ก็จะมีปริมาณโปรตรอนในภาวะสมดุลที่พร้อมจะถูกกระตุ้นยิ่งมากขึ้นเท่านั้น ซึ่งปริมาณโปรตรอนในภาวะสมดุลที่พร้อมจะถูกกระตุ้น ก็จะสัมพันธ์กับสัญญาณที่จะได้รับจาก MRI ด้วยเหตุนี้การคายพลังงานที่ดี ก็จะทำให้มีสัญญาณที่มากกว่า (มีโปรตรอนที่พร้อมจะถูกกระตุ้นได้ เพิ่มขึ้น) จะทำให้พบลักษณะ hyperintense ในภาพ T1W เมื่อเทียบกับโปรตรอนที่คายพลังงานได้ไม่ดี โดยค่า T1 relaxation time สามารถแสดงผลการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนในภาพ T1W แต่ค่า T1 relaxation time กลับมีผลน้อย

ในภาพ T2W สำหรับการสร้างภาพ และลักษณะภาพ T1W และภาพ T2W จะได้กล่าวถึงในหัวข้อเรื่องหลัก การสร้างภาพ MRI ต่อไป

กระบวนการแลกเปลี่ยนพลังงาน (T2 relaxation process)

เป็นความสัมพันธ์ระหว่างโอกาสที่โปรตรอน จะมาเจอกัน ซึ่งเป็นพฤติกรรมแบบสุ่ม (random process) ขึ้นกับอุณหภูมิ และสิ่งแวดล้อมที่โปรตรอนนั้นดำรงอยู่ เรียกค่าเวลาที่เกิดจากกระบวนการแลกเปลี่ยนพลังงาน นั้นว่าค่า T2 relaxation time และค่า T2 relaxation time จะเกี่ยวข้องกับอัตราการลดลงของสัญญาณด้วย โดยโปรตรอนที่มีโอกาสเจอกันได้บ่อย จะมีการแลกเปลี่ยนพลังงานกันมาก ทำให้มีอัตราการลดลงของสัญญาณอย่างรวดเร็ว (เสียสัญญาณได้เร็วขึ้น) โดยโปรตรอนที่มีโอกาสเจอกันได้บ่อยค่า T2 relaxation time ก็จะสั้นลง ซึ่งกระบวนการแลกเปลี่ยนพลังงานระหว่างกัน (T2 relaxation process) นี้จะมีผลต่อสัญญาณที่ได้รับจาก MRI ตรงข้ามกันกับกระบวนการคายพลังงาน การมีอัตราการลดลงของสัญญาณอย่างรวดเร็วนี้ มีผลให้พบลักษณะ hypointense ในภาพ T2W โดยค่า T2 relaxation time สามารถแสดงผลการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนในภาพ T2W และมีผลน้อยในภาพ T1W

ประโยชน์และความสำคัญทางคลินิก

สำหรับโมเลกุล ของเนื้อเยื่อแต่ละชนิดนั้น จะมีค่า T1 relaxation process และค่า T2 relaxation time ที่แตกต่างกัน พบว่าโมเลกุลของไขมันมีขนาดใหญ่กว่า โมเลกุลของน้ำ จะมีความถี่ในการสั่นไหวใกล้เคียงกับ ค่าความถี่ก่าทอน จึงทำให้โมเลกุลของไขมันสามารถ คายพลังงานได้เร็ว (ค่า T1 relaxation time สั้น) กว่า โมเลกุลของน้ำที่มีความถี่ในการสั่นไหวสูงกว่าความถี่ ก่าทอน จึงต้องใช้เวลาในการคายพลังงานนานกว่า (ค่า T1 relaxation time ยาว) ถึงแม้ว่าภาพ T1W สามารถ แสดงสัญญาณภาพตามค่า T1 relaxation time ของ เนื้อเยื่อได้ก็ตาม แต่อาจมีความสำคัญน้อยสำหรับการ ตรวจวัด และทางเดินน้ำดีในทางคลินิก เนื่องจากภาพตับ และทางเดินน้ำดีปกติจะแสดงสัญญาณภาพใกล้เคียง กับบริเวณเนื้องอก หรือความผิดปกติอื่น ๆ ของตับ

ยกเว้น การใช้ภาพ T1W ร่วมกับการฉีดสารประกอบ gadolinium (Gd) และในทางเวชปฏิบัติรังสีแพทย์ผู้ ดูแลจะไม่สามารถนำ MR protocols จากเครื่อง MRI ที่มีค่าสนามแม่เหล็กหลักต่างกันเช่น 1Tesla (T), 1.5T, และ 3T มาใช้แทนกันได้เนื่องจากค่าความถี่ก่าทอน มีความสัมพันธ์โดยตรงกับสนามแม่เหล็กหลักทำให้มีค่า ที่แตกต่างกันในเครื่อง MRI ที่มีค่าสนามแม่เหล็กหลัก ต่างกัน และค่า T1 relaxation time ก็มีความเกี่ยวข้องกับ ค่าความถี่ก่าทอน โดยเครื่อง MRI ที่สนามแม่เหล็ก หลัก 3T นั้นโปรตรอนจะมีค่า T1 relaxation time ที่ ยาวกว่าที่ 1.5T และการนำ MR protocols ระหว่าง เครื่อง MRI ทั้งสองเครื่องนี้มาใช้จำเป็นต้องมีการปรับ เปลี่ยนตัวแปรให้เหมาะสมกับค่า T1 relaxation time ที่เปลี่ยนไปด้วย^(3,4)

นอกจากนี้ การเข้าใจถึงหลักการที่พบว่า น้ำสามารถ เปลี่ยนจากการคายพลังงานให้กับสิ่งแวดล้อมที่ต้องใช้ เวลานานมาก (ค่า T1 relaxation time ยาว) มาคาย พลังงานให้กับโมเลกุลอื่นที่อยู่ใกล้กันแทน โดยโมเลกุล ที่มาอยู่ใกล้กับน้ำนั้น ต้องสามารถดึงน้ำให้เข้าใกล้ได้ โดยมีระยะห่างระหว่างโมเลกุลน้อยกว่า 3 อังสตรอม^(4, 6, 11) และโมเลกุลนั้นควรมีขนาดประมาณเท่ากับโมเลกุล ของไขมัน จากผลของการที่น้ำเปลี่ยนไปคายพลังงาน ให้กับโมเลกุลอื่นที่อยู่ใกล้กันแทนทำให้ค่า T1 relaxation time ของน้ำสั้นลง และหลักการนี้นำมาสู่ความเข้าใจ ถึงสาเหตุที่ระยะต่าง ๆ ของเลือดมีค่า T1 relaxation time ที่แตกต่างกัน ใน methemoglobin, oxyhemoglobin และ deoxyhemoglobin โดยเลือด methemoglobin มีค่า T1 relaxation time ที่สั้นเนื่องจาก methemoglobin มีธาตุเหล็ก (Iron, Fe) ที่สามารถดึงน้ำเข้าไปใกล้ได้ เป็นผลให้พบสัญญาณภาพแบบ hyperintense ใน ภาพ T1W ที่มีความแตกต่างจากเลือด oxyhemoglobin และ deoxyhemoglobin ที่มีค่า T1 relaxation time ที่ยาว เนื่องจาก oxyhemoglobin และ deoxyhemoglobin มีธาตุเหล็ก แต่องค์ประกอบของธาตุเหล็กนี้ไม่มีแขน วางสำหรับการดึงน้ำให้เข้ามาใกล้ จึงทำให้เลือดทั้งสอง สถานะนี้พบสัญญาณภาพแบบ hypointense ในภาพ T1W ที่ค่า T1 relaxation time สามารถแสดงผลการ เปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนในภาพ T1W เช่นเดียวกัน

สำหรับการสร้างภาพ และลักษณะภาพ T1W จะได้กล่าวถึงในหัวข้อเรื่องหลักการสร้างภาพ MRI ต่อไป

จากหลักการนี้ยังสามารถนำมาใช้ในการทำให้ MR contrast agent ที่มีสารประกอบ Gd มีค่า T1 relaxation time ที่สั้นลงได้ โดยพบว่าสารประกอบ Gd จะดึงโมเลกุลของน้ำในเลือดเข้ามาใกล้ และคายพลังงานให้น้ำทำให้ค่า T1 relaxation time ของน้ำสั้นลง เมื่อนำ MR contrast agent ที่มีสารประกอบ Gd นี้มาใช้ร่วมกับการสร้างภาพ T1W ทำให้สามารถนำมาใช้ในการประเมินปริมาณหลอดเลือดที่เป็นประโยชน์ในการวินิจฉัยโรคตับทางคลินิกอีกด้วย

สำหรับเนื้อเยื่อแต่ละชนิดนั้น จะมีกระบวนการแลกเปลี่ยนพลังงานที่แตกต่างกันเช่นเดียวกันพบว่าน้ำในร่างกายเป็นโมเลกุลที่มีค่า T2 relaxation time ที่ยาวที่สุดแต่อาจจะเปลี่ยนแปลงเป็นค่าที่สั้นลงได้จากการที่น้ำในร่างกายมีองค์ประกอบที่เปลี่ยนไป เช่น น้ำไขสันหลัง (cerebrospinal fluid: CSF) ซึ่งมีค่า T2 relaxation time ที่ยาว (> 4000 msec) แต่เมื่อ CSF มีโปรตีนหรือสารอื่นผสมอยู่ (CSF ชื้นขึ้น) ค่า T2 relaxation time ก็จะสั้นลงไปด้วย

ในทางเวชปฏิบัติ อัตราการลดลงของสัญญาณไม่ได้เกี่ยวข้องกับค่า T2 relaxation time (T2) เท่านั้น แต่พบความเกี่ยวข้องกับความเร็วของการสลายตัวของสนามแม่เหล็กในบริเวณใกล้เคียง (T2' relaxation time, T2') ด้วยเช่นเดียวกัน สำหรับอัตราการลดลงของสัญญาณเนื่องจากความเร็วของการสลายตัวของสนามแม่เหล็กในบริเวณใกล้เคียง อาจเกิดได้จากหลายปัจจัย เช่น เกิดจากตัวเครื่อง MRI เอง หรือเกิดจากตัวผู้ป่วยที่มีการตอบสนองของ

ของสารชนิดต่าง ๆ ในร่างกายต่อสนามแม่เหล็กที่ไม่เท่ากันหรืออาจเกิดจากวิธีการสร้างภาพ MRI ที่ต่างกันเป็นผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขดลวดเชิงลาด (gradient coils) ของสนามแม่เหล็กที่แตกต่างกันในขั้นตอนการสร้างภาพ ปัจจัยเหล่านี้ย่อมมีผลทำให้สัญญาณที่ได้มีค่าลดลงเสริมจากการลดลงที่เกิดเนื่องจากผลของ T2 relaxation time ซึ่งอัตราการลดลงของสัญญาณจากความแปรปรวนของสนามแม่เหล็กในบริเวณใกล้เคียง (T2') จะเป็นค่าคงที่ในช่วงเวลาที่สร้างภาพ (เนื่องจากการความเร็วของการสลายตัวนี้เปลี่ยนแปลงช้ากว่าเวลาที่ใช้ในการสร้างภาพมาก) แตกต่างจากค่า T2 relaxation time ที่ความเร็วของการสลายตัวเป็นแบบสุ่ม (random) ซึ่งเป็นผลจากพฤติกรรมแลกเปลี่ยนพลังงานของโมเลกุลของเนื้อเยื่อ

ดังนั้นอัตราการลดลงของสัญญาณรวม เรียกว่าค่า T2* จะเป็นผลของความสัมพันธ์รวมทางคณิตศาสตร์ของอัตราการลดลงของสัญญาณที่เกี่ยวข้องกับค่า T2 และ T2' ซึ่งมีความสัมพันธ์รวมทางคณิตศาสตร์ดังนี้ $1/T2^* = 1/T2 + 1/T2'$

โดยทั่วไปหลักการของการสร้างภาพในทางคลินิกสามารถเลือกใช้ โปรแกรมในการสร้างภาพ MRI (ซึ่งจะได้อธิบายเพิ่มเติมต่อไป) ที่สามารถกำหนดโปรแกรมจำกัดค่า T2' relaxation time ที่เปรียบเสมือนค่าคงที่จากความแปรปรวนของสนามแม่เหล็กในบริเวณใกล้เคียงออกได้ ดังนั้นค่าเวลา T2 ที่ใช้ในการสร้างภาพ MRI จะเป็นค่าเวลาที่ได้ขจัดค่าความแปรปรวนของสนามแม่เหล็กในบริเวณใกล้เคียง หรือ T2' relaxation time ทิ้งไปแล้ว

หลักการสร้างภาพ MRI

การสร้างภาพ MRI สามารถทำให้ได้สัญญาณที่หลากหลายรูปแบบ^(3, 4, 7, 12) ขึ้นอยู่กับความสำคัญในการวินิจฉัยโรคทางคลินิก เช่น การวินิจฉัยโรคของหลอดเลือดสามารถกำหนด MR pulse sequences ให้สร้างภาพที่สัญญาณภาพสามารถบ่งบอกความเร็วของเลือดเหมือนที่ได้จากการตรวจอัลตราซาวด์หลอดเลือด

(doppler ultrasound) หรือการวินิจฉัยแยกโรคโดยอาศัยความสามารถในการเคลื่อนที่ของน้ำ (diffusion) ที่สามารถกำหนดค่า b-value ที่แตกต่างกันในการสร้างภาพ แต่สำหรับในที่นี้จะกล่าวถึงหลักการพื้นฐานในการสร้างภาพที่เกี่ยวข้อง กับสัญญาณภาพที่สัมพันธ์กับค่า T1, T2, และ T2* relaxation time เท่านั้น

เพราะเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการสร้างภาพ MRI และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างแพร่หลายในทางคลินิก การสร้างภาพ MRI ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในทางคลินิก จะเป็นการสร้างภาพเพื่อให้สามารถแยกเนื้อเยื่อแต่ละชนิดได้ โดยการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ (ค่า TE และ TR ที่จะได้กล่าวถึงต่อไป) เพื่อถ่วงน้ำหนักสัญญาณจากค่าเวลา T1 relaxation time หรือ T2 relaxation time เรียกว่า ภาพ T1W หรือภาพ T2W การจะสร้างภาพที่ถ่วงน้ำหนักของสัญญาณจากค่าเวลาเฉพาะนี้ได้ นักรังสีเทคนิค หรือรังสีแพทย์ผู้ควบคุม จำเป็นต้องกำหนดตัวแปรที่เหมาะสมในโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างภาพ MRI เรียกว่า MR pulse sequence

MR pulse sequence

เป็นลำดับขั้นในการควบคุมการทำงานของคลื่นวิทยุ (RF pulse), สนามแม่เหล็กเชิงลาด และขั้นตอนการเก็บสัญญาณที่ได้โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะแยกสัญญาณของโปรตรอนตามตำแหน่งต่าง ๆ ในร่างกาย รวมถึงการให้ตัวแปรต่าง ๆ เพื่อถ่วงน้ำหนักสัญญาณที่ได้ขึ้นกับค่า T1, T2, และ T2* relaxation time ตามที่ต้องการ สำหรับในที่นี้จะอธิบายถึง pulse sequence พื้นฐานสองชนิดคือ Spin-Echo (SE) และ Gradient-Recalled-Echo (GRE) pulse sequence เนื่องจากจะให้สัญญาณที่แตกต่างกัน กล่าวคือ SE pulse sequence ให้สัญญาณ จากค่า T2 relaxation time ขณะที่ GRE pulse sequence ให้สัญญาณจากค่า T2* relaxation time โดยจะอธิบายเฉพาะส่วนของตัวแปรที่ใช้ถ่วงน้ำหนักภาพเท่านั้น ส่วนวิธีการเข้ารหัสตำแหน่งนั้นสามารถอ่านเพิ่มเติมได้จากเอกสารอ้างอิงท้ายบท

Spin-Echo (SE) และ Gradient-Recalled-Echo (GRE) pulse sequence รูปที่ 1-3 แสดงถึงแผนภาพของ SE pulse sequence ซึ่งมีขั้นตอนการเข้ารหัสตำแหน่งในการเลือก slice การเข้ารหัสเฟส และการเข้ารหัสความถี่พร้อมกับการเก็บข้อมูล ตามลำดับ ใน pulse sequence นี้จะมี 2 ตัวแปรที่สามารถเลือกให้เกิดสัญญาณที่แตกต่างกันได้คือ ค่าเวลาดั้งแต่กระตุ้นจนถึงเก็บข้อมูล เรียกว่า echo time (TE) และค่าเวลาระหว่างการกระตุ้น เรียกว่า repetition time (TR)

สำหรับ SE pulse sequence สามารถเลือกสัญญาณภาพที่มีประโยชน์ได้ทั้งหมด 3 แบบ ขึ้นกับค่า TE และ TR ที่ใช้ โดยสามารถเลือกให้ถ่วงน้ำหนักด้วยค่า T1 relaxation time (ภาพ T1W) หรือด้วยค่า T2 relaxation time (ภาพ T2W) หรือไม่ถ่วงน้ำหนักทั้งสองค่านี้เลย (ภาพ PDW ซึ่งขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของโปรตรอน) โดยที่ค่า TR ที่เลือกใช้จะทำให้สัญญาณภาพที่ได้มีความสัมพันธ์กับค่า T1 relaxation time ในขณะที่ค่า TE จะทำให้ได้สัญญาณภาพที่มีความสัมพันธ์กับค่า T2 relaxation time สำหรับค่า TR ที่ยิ่งสั้น ก็จะทำให้ผลของ T1 relaxation time ในภาพยิ่งมาก (ภาพ heavily T1W) แต่ตรงข้ามกับค่า TE ที่ยิ่งยาวขึ้น ก็จะทำให้ผลของ T2 relaxation time ในภาพมากยิ่งขึ้น (ภาพ heavily T2W) เนื่องจากค่า T1 relaxation time มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของสัญญาณในขณะที่มีผลลดลงในค่า T2 relaxation time ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

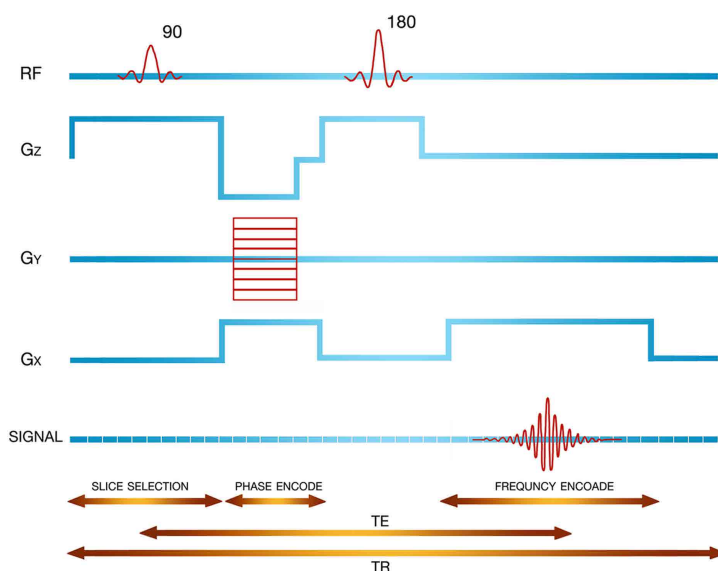
สำหรับผลค่าของ TR ที่มีผลต่อค่า T1 relaxation time ในสัญญาณภาพนั้นเนื่องจากค่า TR เป็นค่าเวลาระหว่างการกระตุ้น ดังนั้นโปรตรอนที่มี T1 relaxation time ที่สั้น เช่น ไขมัน จะมีโปรตรอนจำนวนมากที่คายพลังงานไปแล้ว และพร้อมให้ถูกกระตุ้นในครั้งต่อไป ทำให้มีสัญญาณที่สูง (แบบ hyperintense คือ ขาวในภาพ) แต่สำหรับโปรตรอนที่มี T1 relaxation time ที่ยาว เช่น น้ำ โปรตรอนส่วนใหญ่ยังคงคายพลังงานไม่เสร็จ ทำให้ไม่พร้อมให้ถูกกระตุ้นได้ ดังนั้นจึงมีสัญญาณ ที่ต่ำ (แบบ hypointense คือ ดำในภาพ) ดังนั้น ค่า TR จึงสามารถให้น้ำหนักของค่า T1 relaxation time ในภาพได้เรียกว่า T1W ตัวอย่างเช่น ไขมันที่มีค่า T1 relaxation time ที่สั้นก็จะปรากฏเป็นแบบ hyperintense ในภาพ T1W แต่สำหรับน้ำที่มีค่า T1 relaxation time ที่ยาวก็จะปรากฏเป็นแบบ hypointense ดังนั้นในภาพ T1W ความแตกต่างของสัญญาณในภาพ จะมีความสัมพันธ์กับค่า T1 relaxation time ของโปรตรอนนั้น สำหรับค่า TE นั้นเป็นระยะเวลาที่รอเก็บสัญญาณ โปรตรอนที่มีค่า T2 relaxation time ที่ยาว เช่น น้ำจะยังคงมีสัญญาณอยู่มากในขณะเก็บข้อมูล (เนื่องจากสัญญาณค่อย ๆ ลดลงไปอย่างช้า ๆ) เมื่อเทียบกับโปรตรอนที่มีค่า T2 relaxation time ที่สั้น (สัญญาณลดลงไปอย่างรวดเร็ว)

ดังนั้น น้ำจึงมีสัญญาณที่มากในภาพ T2W (แบบ hyperintense) เมื่อเทียบกับสารอื่น

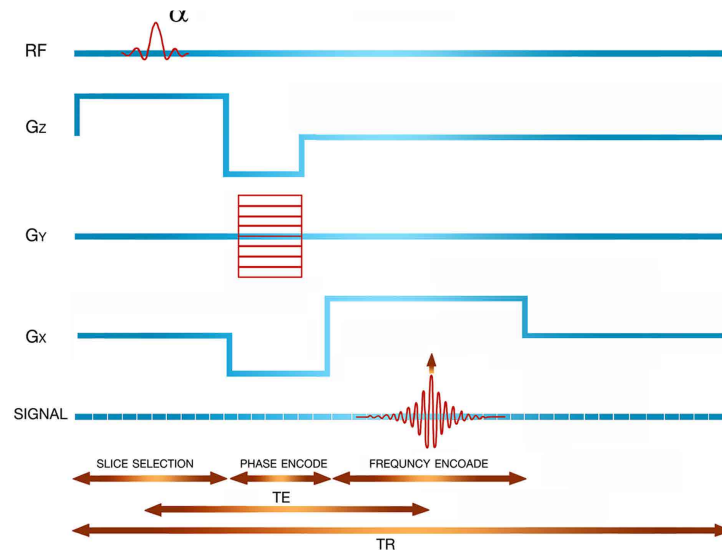
สำหรับภาพจาก SE pulse sequence ได้สัญญาณจาก ค่า T2 relaxation time แทนที่จะเป็นค่า T2* relaxation time นั้นเนื่องจากในตัวโปรแกรมมี RF 180 องศาที่ทำหน้าที่ปรับความไม่สม่ำเสมอของสนามแม่เหล็กได้ ทำให้สามารถลดผลของ T2' relaxation time ทำให้ความแปรปรวนเหล่านั้นไม่มีผลในภาพ ส่วน GRE pulse sequence นั้นไม่มี RF สำหรับปรับความแปรปรวนดังกล่าว (รูปที่ 1-4) ทำให้ภาพที่ได้เป็นค่า T2* relaxation time หรืออีกนัยหนึ่งในภาพที่สร้างจาก GRE pulse sequence ทั้ง T2 และ T2' relaxation time มีผลร่วมกันในภาพ ทำให้ได้ภาพที่แตกต่างจาก SE pulse

sequence

สำหรับ GRE pulse sequence (รูปที่ 1-4) ก็มีอยู่ 2 ตัวแปรที่เลือกใช้ในการสร้างภาพได้เหมือนกับ SE pulse sequence แต่แตกต่างกันที่ TR ไม่ใช่ตัวแปรที่ใช้ในการสร้างภาพ เนื่องจากจะใช้ค่าที่สั้นเสมอ แต่จะใช้มุมของการกระตุ้น (RF flip angle) ในการถ่วงน้ำหนัก T1 relaxation time ในภาพแทน โดยที่ถ้าใช้มุมในการกระตุ้นที่มาก ภาพที่ได้ก็จะถ่วงน้ำหนักแบบ T1W เพิ่มขึ้น สำหรับค่า TE ก็ทำให้ได้ภาพถ่วงน้ำหนักแบบ T2*W เหมือน TE ที่ใช้ในการถ่วงน้ำหนักแบบ T2W ใน SE pulse sequence สำหรับภาพ PDW ใน GRE pulse sequence นั้นก็ใช้มุมในการกระตุ้นและค่า TE ที่น้อย ทำให้ทั้ง T1 และ T2* มีผลน้อยในภาพ



รูปที่ 1-3 แผนภาพของ Spin-Echo (SE) pulse sequence แสดงถึงลำดับขั้นในการสร้างภาพ และค่าเวลาตัวแปร (TE, TR) ที่เกี่ยวข้อง



รูปที่ 1-4 แผนภาพของ Gradient-Recalled-Echo (GRE) pulse sequence แสดงถึงลำดับขั้นในการสร้างภาพ และตัวแปร (flip angle, TE, TR) ที่เกี่ยวข้อง

หลักการและความสำคัญในการกดสัญญาณภาพ

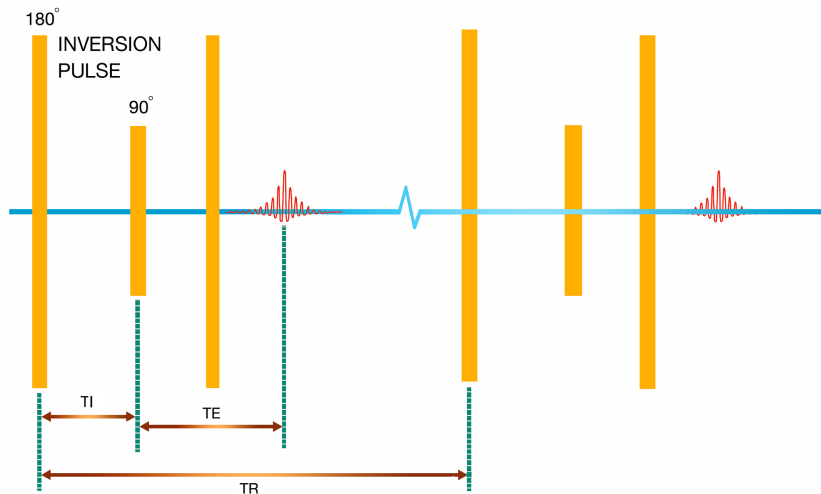
การสร้างภาพ MRI สามารถถ่วงน้ำหนักให้มีสัญญาณได้อย่างหลากหลายตามที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น แต่สัญญาณภาพบางอย่างอาจจำเป็นต้องถูกกดหรือลบออกจากภาพเพื่อเพิ่มความสามารถในการวินิจฉัยแยกโรค โดยเฉพาะสัญญาณภาพของไขมัน เช่น สัญญาณภาพของไขมันในภาพ T1W มีลักษณะ hyperintense เหมือนกับสัญญาณภาพที่ได้หลังจากที่มีการให้สารประกอบ Gd แล้ว ทำให้สัญญาณภาพทั้งสองอาจบดบังกันหรืออาจทำให้เกิดความสับสนในการวินิจฉัย การกดสัญญาณภาพไขมันออกไปจะทำให้การวินิจฉัยว่าบริเวณไหนที่มีการคั่งค้างอยู่ของสารประกอบ Gd จะทำได้ง่ายและชัดเจนขึ้น หรือการที่สัญญาณภาพของไขมันในภาพ T2W โดยใช้ fast SE pulse sequence มีลักษณะ hyperintense ที่ใกล้เคียงสัญญาณภาพของน้ำ การกดสัญญาณภาพไขมันออกไป จะทำให้การวินิจฉัยน้ำมีความแม่นยำขึ้น เพราะจะ

พบลักษณะ hyperintense เฉพาะจากน้ำเท่านั้น

ในการสร้างภาพ MRI ที่มีการกดสัญญาณของไขมัน ทำได้โดยอาศัยความแตกต่างในคุณสมบัติของโปรตรอนที่ต้องการจะขจัดสัญญาณทิ้ง เทียบกับโปรตรอนที่เหลือ โดยจะทำการกดสัญญาณของโปรตรอนนั้นให้เป็นศูนย์ก่อนที่จะทำการสร้างภาพ โดยการกระทำดังกล่าวนี้จะทำให้สัญญาณนั้นถูกขจัดไปจากภาพได้ สำหรับคุณสมบัติที่ใช้ในการกดสัญญาณของโปรตรอนมีสองชนิดคือ ค่า T1 relaxation time และค่าความถี่กำทอน^(3,4) ซึ่งเรียกว่าเทคนิคแบบ Inversion Recovery (IR) และ แบบ Chemical Shift (CS) ตามลำดับ

หลักการแบบ Inversion Recovery (IR) (รูปที่ 1-5)

จะเริ่มด้วยการกระตุ้นโปรตรอน ให้ออกจากภาวะสมดุลไป 180 องศา (inverse) หรือมีสัญญาณเป็นลบ ซึ่งจะคืนกลับสู่ภาวะสมดุลที่เป็นบวกต่อไป หลังจากกระตุ้นแล้วจะรอจนกระทั่งโปรตรอนที่ต้องการ



รูปที่ 1-5 แผนภาพของ Inversion Recovery (IR) pulse sequence ที่มี RF 180 องศา ก่อนขึ้นตอนการสร้างภาพ และตัวแปร Inversion Time (TI)

กดสัญญาณนั้นมีค่าเป็นศูนย์ (คำนวณได้จากค่าประมาณ 0.69 ของค่า T1 relaxation time ของโปรตรอนนั้น) และเรียกค่าเวลานี้ว่า Inversion Time (TI) แล้วจึงทำการสร้างภาพ และภาพที่ได้จะไม่มีสัญญาณจากโปรตรอนที่ต้องการกดหรือลบออกนี้ ตัวอย่างเช่น ค่า T1 relaxation time ของไขมันที่เครื่อง MRI 3T เท่ากับ 382 msec ก็ต้องใช้ค่า TI เท่ากับ 264.7 msec ในการขจัดสัญญาณจากไขมัน อนึ่งหลักการ IR ที่ใช้กดสัญญาณจากไขมันนี้มีชื่อเรียกว่า Short Tau Inversion Recovery (STIR) pulse sequence หลักการ IR นี้ นอกจากใช้กดสัญญาณไขมันแล้ว ยังใช้กดสัญญาณอย่างอื่นได้อีกด้วย เช่น CSF (เรียกว่า Fluid Attenuated Inversion Recovery หรือ FLAIR) สำหรับหลักการแบบ IR มีข้อจำกัดที่ต้องใช้ร่วมกับ fast SE pulse sequence เท่านั้น จึงทำให้มีข้อจำกัดในการใช้งาน และเนื่องจากมีการ inverse สัญญาณก่อนการสร้างภาพ จึงทำให้ได้สัญญาณภาพน้อยลง อนึ่งสำหรับภาพ T1W ที่ต้องการกดสัญญาณจากไขมันหลังจากให้สารประกอบ Gd นั้น ไม่สามารถใช้ STIR pulse sequence ได้ เนื่องจากค่า T1 relaxation time ของไขมัน

และสารประกอบ Gd มีค่าใกล้เคียงกัน ทำให้สัญญาณจากสารประกอบ Gd ต่างถูกกดตามไขมันไปด้วย ทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการวินิจฉัยได้

หลักการแบบ Chemical Shift (CS) (รูปที่ 1-6)

ใช้คุณสมบัติ ความถี่กำทอนที่ไม่เท่ากันของโปรตรอนเนื่องจากผลของอิเล็คตรอนที่บังนิวเคลียสไม่เท่ากัน หรืออีกนัยหนึ่งอิเล็คตรอนทำให้นิวเคลียสนั้นได้รับสนามแม่เหล็กภายนอกในปริมาณที่ไม่เท่ากัน ทำให้เกิดการกระจายตัวของความถี่กำทอนตามพันธโมเลกุลของโปรตรอนสำหรับน้ำกับไขมันมีความถี่กำทอนต่างกันประมาณ 3.5 ppm (ประมาณ 440 Hz ที่ 3T) ด้วยความต่างของความถี่กำทอนนี้ จึงทำให้สามารถสแกนวิทย์ที่ความถี่เฉพาะของไขมันเพื่อกระตุ้นให้สัญญาณของโปรตรอนในไขมันเป็นศูนย์ แล้วค่อยสร้างภาพ ทำให้ได้ภาพที่ไม่มีสัญญาณของไขมันได้ สำหรับภาพที่สร้างขึ้นมาจะเป็นภาพ SE หรือ GRE pulse sequence และใช้ตัวแปรในการถ่วงน้ำหนักแบบไหนก็ได้ พร้อมทั้งส่วนใหญ่ไม่ทำให้เวลาที่ใช้ในการสร้างภาพเพิ่มขึ้น ทำให้หลักการนี้สามารถถูกนำไปใช้งานได้สะดวก และแพร่หลายมากกว่าแบบ IR แต่ข้อจำกัดของ