



การประเมินวิธีการเริ่มสแกน Arterial phase ในการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ช่องท้องแบบ 3 เฟสในผู้ป่วยมะเร็งตับ

นิตยา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา

งานรังสีวินิจฉัย กลุ่มงานรังสีวิทยา โรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์ อุบลราชธานี

Evaluation of Scan-Initiating Techniques of Arterial Phase in CT Triple-Phase Liver Scan in Patients with Hepatocellular Carcinomas

Nitaya Snitwongse Na Ayudhya

Diagnostic Radiology Unit, Department of Radiology, Sunpasitthiprasong Hospital, Ubon Ratchathani

Received: 12 January 2023 / Revised: 28 February 2023 / Accepted: 9 March 2023

บทคัดย่อ

หลักการและวัตถุประสงค์: วิธีการเริ่มสแกนช่วงหลอดเลือดแดงหรือ arterial (A) phase ในการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ช่องท้องแบบ 3 ช่วงเวลา (CT triple phase liver) ในผู้ป่วยมะเร็งตับมีความสำคัญ การเริ่มสแกนที่เวลาเหมาะสมจะทำให้เห็นขอบเขตของโรคอย่างชัดเจน การศึกษานี้ทำการประเมินเทคนิคการเริ่มสแกน A phase เปรียบเทียบกันระหว่างเทคนิค Bolus tracking (BT) และเทคนิค Fixed time delay (FTD)

วิธีการศึกษา: การศึกษาเชิงคุณภาพโดยการสอบถามความคิดเห็นของรังสีแพทย์ในหน่วยงานจำนวน 9 ราย มีการตอบกลับ 8 ราย เกี่ยวกับภาพ CT triple phase liver และการศึกษาย้อนหลังจากฐานข้อมูลภาพทางรังสีเปรียบเทียบกับภาพ A phase จากเทคนิค BT และเทคนิค FTD ของผู้ป่วยมะเร็งตับกลุ่มละ 100 ราย ภาพรังสีได้จากสแกนด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ 128 slice ให้สารทึบรังสีทางหลอดเลือดดำ 555 มก.ไอโอดีน/กก. อัตราการฉีดสารทึบรังสี 1.8-2.5 มล./วินาที เทคนิค FTD เริ่มสแกนหลังฉีดสารทึบรังสี 30-45 วินาที วัดค่า CT number (HU) ที่ตำแหน่ง aorta, portal vein และ liver parenchyma แสดงผลด้วยร้อยละ ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการศึกษา: รังสีแพทย์มีความพึงพอใจในภาพ CT triple phase liver ในระดับมาก (4/5) แต่ภาพ A phase ยังมีความไม่สม่ำเสมอ ความเข้มของภาพเป็น subtle enhancement และเริ่มสแกนเร็วเกินไป การศึกษาย้อนหลังพบว่า ภาพ A phase ของทั้งสองวิธีให้ aortic attenuation ที่ไม่ต่างกัน แต่ liver enhancement ของเทคนิค FTD (15.48 ± 9.66 HU) มากกว่า เทคนิค BT (12.11 ± 7.70 HU) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (t-test, $p < 0.01$) ค่าเฉลี่ยของเวลาเริ่มสแกนของเทคนิค BT เท่ากับ 35.5 ± 5.9 (24-51) วินาที ภาพ A phase ของทั้งสองเทคนิคส่วนมากยังต่ำกว่ามาตรฐานโดยที่ liver enhancement 20-30 HU มีเพียงร้อยละ 27 และ 17 ในกลุ่ม FTD และ BT ตามลำดับ

สรุป: วิธีการเริ่มสแกน A phase ในการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ช่องท้องแบบ 3 ช่วงเวลาในผู้ป่วยมะเร็งตับของหน่วยงานที่ทำการศึกษาทั้ง 2 แบบ ให้ภาพส่วนใหญ่ที่เป็น suboptimal enhancement ควรได้รับการปรับปรุง

คำสำคัญ: CT triple phase liver, arterial phase, fixed time delay, bolus tracking

Abstract

Background and objectives: The methods of initiating arterial (A) phase scans in triple-phase CT abdomen (liver) in patients with hepatocellular carcinoma (HCC) are important. Starting a scan at the right time will clearly reveal the extent of the disease. This study evaluated the A phase scanning initiation technique in comparison between bolus tracking (BT) and fixed time delay (FTD) techniques.

Methods: A qualitative study was performed by questionnaires asking opinions of 9 radiologists, with 8 radiologists responded on CT triple-phase liver images quality. And a retrospective study was done to review CT images of A phase scan images by BT and FTD techniques of patients with HCCs on radiographic database, 100 cases per group. The images obtained by 128-slice MDCT scanner with IV contrast media 555 mg I/kg body weight, contrast injection rate 1.8-2.5 ml/sec, FTD technique started scanning at 30-45 seconds after contrast media administration. CT number (HU) measurements were done at aorta, portal vein and liver parenchyma, presented value as percent, range and mean (SD).

Results: Radiologists had a high level of satisfaction on the triple phase liver CT images (4/5), but the A phase images were uneven, subtle enhancement, and started scanning too early. The retrospective study showed that A phase images of both methods yielded indifferent aortic attenuation. Liver enhancement of FTD technique (15.48 ± 9.66 HU) was significantly higher than that of BT technique (12.11 ± 7.70 HU), $p < 0.01$ by t-test. The mean scan-initiating time of the BT technique was 35.5 ± 5.9 (24-51) sec. The A phase images of both techniques were mostly under criteria substandards, with liver enhancement 20-30HU being only 27% and 17% among the groups FTD and BT, respectively.

Conclusion: The initiation of the A-phase scan in triple-phase CT of the liver in patients with HCC by both techniques yielded mostly suboptimal enhancement images and should be improved.

Keywords: CT triple phase liver, arterial phase, fixed time delay, bolus tracking

บทนำ

จากข้อมูลขององค์การอนามัยโลก มะเร็งตับปฐมภูมิ (Hepatocellular carcinoma; HCC) พบมากเป็นอันดับ 5 คิดเป็นร้อยละ 5.6 ของมะเร็งทั้งหมด American Association for the Surgery of Liver Disease 2005 (AASLD)¹ ระบุว่า ถ้าขนาดของก้อนในตับ มีขนาดมากกว่า 2 ซม. ให้สังตรวจด้วยเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ช่องท้องแบบ 3 ช่วงเวลา (CT triple-phase liver) หากผลแสดงเป็น hyper vascular mass ในช่องหลอดเลือดแดงหรือ arterial phase สามารถวินิจฉัยเป็นมะเร็งตับได้โดยไม่ต้องทำการตรวจชิ้นเนื้อ หลังจากผู้ป่วยมะเร็งตับเข้ารับการรักษา ยังต้องเฝ้าระวัง ประเมินระยะโรค ติดตามผลการรักษาด้วย CT triple-phase liver อีกหลายครั้ง² ดังนั้นในแต่ละปีจึงมีผู้ป่วยทำการตรวจเป็นจำนวนมาก จากฐานข้อมูลระบบภาพทางรังสีในปี พ.ศ. 2564 โรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์มีการส่งตรวจ CT triple-phase liver มากกว่า 900 ครั้ง การตรวจ CT triple-phase liver มีการสแกนที่ไม่รวมภาพ non contrast enhancement (NC) ได้แก่ 1. arterial (A) phase (30-45 วินาที หลังฉีดสารทึบรังสี) hyper vascular mass จะเห็นได้ชัดเจนจากการมาเลี้ยงของ hepatic artery และ portal vein 2. Portal venous (PV) phase (70-80 วินาที หลังฉีดสารทึบรังสี) hypo vascular mass จะเห็นได้ชัดเมื่อเทียบกับ normal liver parenchyma ที่มีการ enhanced ของสารทึบรังสีสูงสุด และ 3. delayed (D) phase (2-5 นาที หลังฉีดสารทึบรังสี) ภาพเนื้อเยื่อที่ผิดปกติจะมีการสูญเสียสารทึบรังสีช้ากว่า หรือเร็วกว่า ขึ้นอยู่กับชนิดและลักษณะของก้อนเนื้อนั้น ๆ³ ในการที่จะได้ภาพก้อนมะเร็งที่ชัดเจน เวลาของการเริ่มสแกน A phase เป็นสิ่งสำคัญ หากสแกนเร็วเกินไป (early A phase) ภาพจะเห็นเพียงลักษณะของ hepatic artery แต่ไม่เห็นขอบเขตของ hyper vascular mass หรือขนาด HCC ทั้งหมด เป็น subtle enhancement ภาพที่ต้องการเพื่อการวินิจฉัย HCCs เป็น late A phase ที่เริ่มมีเลือดจาก portal vein เข้ามาเลี้ยงด้วย³ แต่ถ้าหากล่าช้าเกินไปเริ่มเข้าสู่ PV phase ส่วนของ liver parenchyma และ hepatic vein ที่อยู่รอบ ๆ จะเริ่มมีความเข้มข้นจากสารทึบรังสีขึ้นมา hyper vascular mass จะถูกบดบังไป หรือมีการล้างออกของสารทึบรังสีในก้อนมะเร็งขนาดเล็ก

ปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับความพอดี (optimal enhancement) ของภาพ A phase เช่น อัตราเร็วของการฉีดสารทึบรังสี (2-5 มล/วินาที) ปริมาณไอโอดีนจากสารทึบรังสีที่ผู้ป่วยได้รับอย่างน้อย 525 mgI/kg⁴ ขนาดตัวของผู้ป่วย⁵ เป็นต้น มีผลต่อความเข้มของสารทึบรังสีในหลอดเลือดแดง aorta ที่จะแยกไป เป็น celiac axis, hepatic artery, splenic artery (flow of portal vein) มีส่วนสำคัญที่จะบ่งบอกถึงความชัดเจนของ HCCs และส่งผลต่อเวลาเริ่มสแกนของ A phase ซึ่งความเข้มของสารทึบรังสีที่ aorta ตั้งแต่ตัวเลขซีที (CT number) 250 Hounsfield Unit (HU) ขึ้นไปในช่วงที่เริ่มสแกนมีส่วนช่วยให้ได้ A phase ที่เหมาะสม⁵

เทคนิคของการเริ่มสแกนสามารถทำได้หลายแบบซึ่งที่นิยมใช้ คือ bolus tracking (BT) และกำหนดเวลา (FTD) สามารถทำได้ทั้ง 2 แบบขึ้นอยู่กับทางเลือกของผู้ใช้งาน (1) วิธี FTD เป็นการเริ่มสแกนหลังฉีดสารทึบรังสีโดยการตัดสินใจของผู้ใช้งาน อิงตามทฤษฎีเกี่ยวกับระบบไหลเวียนของเลือดที่เปลี่ยนแปลงที่สนใจและประสิทธิภาพการทำงาน (2) วิธี BT เป็นวิธีการใช้โปรแกรมเริ่มสแกนโดยการสแกนแบบ dynamic ตรงที่ตำแหน่งที่สนใจ (region of interest; ROI) เมื่อบริเวณ ROI มีความเข้มของสารทึบรังสีในระดับที่ตั้งค่าไว้ เครื่องจะเริ่มสแกนส่วนที่ต้องการวินิจฉัยโดยอัตโนมัติ ทั้งสองวิธีที่กล่าวถึงมีข้อดี ข้อเสียที่ต่างกัน ไม่ว่าจะใช้เทคนิคใดก็ตาม ภาพรังสีที่ได้จะต้องให้ข้อมูลรายละเอียดของภาพครบถ้วน และเหมาะสมตามมาตรฐานการวินิจฉัยของโรคนั้น ๆ

ในงานรังสีวินิจฉัย การตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์แต่ละครั้งรังสีแพทย์จะเป็นผู้กำหนดถึงส่วนที่ต้องการตรวจการฉีดสารทึบรังสี และการกำหนดจำนวนเฟสของการสแกนนั้น ๆ ในการศึกษาที่มีการสอบถามความคิดเห็นของรังสีแพทย์เกี่ยวกับคุณภาพของภาพ CT triple-phase liver ที่ผ่านมารวมถึงได้ทำการทบทวนรายละเอียดของภาพเปรียบเทียบระหว่างเทคนิคการเริ่มสแกน A phase ทั้ง 2 วิธี นำมาประเมินว่าให้ภาพที่มีคุณค่าต่อการวินิจฉัยตามหลักเกณฑ์มาตรฐานแตกต่างกันหรือไม่ เพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้ไปพัฒนาเทคนิคการเริ่มสแกนที่เหมาะสมกับบริบทของโรงพยาบาลต่อไป ดังนั้นการศึกษานี้ จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินเทคนิคการเริ่มสแกน A phase ในการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ช่องท้องแบบ 3 เฟส เปรียบเทียบความเข้มของสารทึบรังสีในเนื้อเยื่อตับและหลอดเลือดจากภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ระหว่างเทคนิค BT และ เทคนิค FTD ในผู้ป่วยมะเร็งตับ

วิธีการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 การศึกษาเชิงคุณภาพ โดยทำการสอบถามความคิดเห็นรังสีแพทย์ของหน่วยงาน ที่มีหน้าที่หลักในการอ่านผลภาพรังสี CT triple-phase liver จำนวน 9 ท่าน เป็นแบบสอบถามผ่าน google form ชื่อว่า “แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับภาพ CT triple phase liver รพ.สรรพสิทธิประสงค์” จำนวน 4 หัวข้อ ผู้วิจัยทำการสอบถามความสมัครใจในการตอบแบบสอบถามก่อน เมื่อได้รับคำตอบว่าสมัครใจที่จะตอบแบบสอบถามแล้ว จึงทำการส่งแบบสอบถามผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์ หัวข้อคำถามได้แก่ ข้อ 1. คะแนนความพึงพอใจต่อภาพ CT triple phase liver ข้อ 2. ปัญหาที่พบได้บ่อยของภาพ CT triple-phase liver โดยเฉพาะ A phase ข้อ 3. รายละเอียดของภาพ และมาตรฐานที่จำเป็นต่อการแปลผล ข้อ 4. สิ่งที่ต้องการให้ปรับปรุงแก้ไข และข้อเสนอแนะ ข้อ 2-4 เป็นคำถามปลายเปิดเพื่อให้รังสีแพทย์สามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ หลังได้รับการตอบกลับ ผู้วิจัยนำคำตอบมาแยกประเด็น วิเคราะห์เนื้อหาโดยไม่

อิงทฤษฎีใด ๆ เพื่อนำไปใช้ร่วมประเมินแ่งมุมต่าง ๆ ในการศึกษาย้อนหลังภาพรังสี CT triple-phase liver ของผู้ป่วยมะเร็งตับ

ส่วนที่ 2 การศึกษาย้อนหลังเชิงพรรณนาโดยเก็บข้อมูลผู้ป่วยมะเร็งตับ HCC ที่ได้รับการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ช่องท้อง CT triple-phase liver โรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์ ในปี พ.ศ. 2565 ทบทวนภาพรังสีจากระบบฐานข้อมูลภาพถ่ายทางรังสีของโรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์ (Picture Archiving and Communication System; PACS) โดยโปรแกรม INFINITT work station

ประชากร และกลุ่มศึกษา

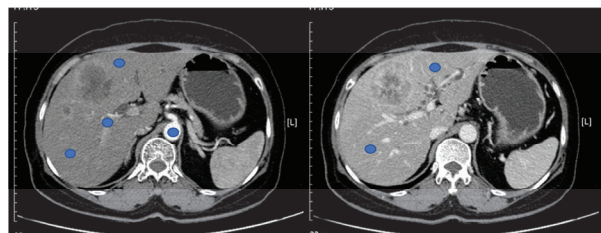
ผู้ป่วยมะเร็งตับหรือสงสัยว่าเป็นมะเร็งตับ (จากใบ request หรือระบบเวชระเบียนผู้ป่วยนอก) จำนวนขนาดตัวอย่างเพื่อการเปรียบเทียบ จากการทบทวนวรรณกรรม⁶ ค่าเฉลี่ย CT number ที่ aorta ในภาพ A phase ของเทคนิค FTD เท่ากับ 231.7 ± 104.7 และเทคนิค BT เท่ากับ 264.7 ± 82.2 ความเชื่อมั่นที่ 95% อำนาจการทดสอบร้อยละ 80 ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 97.29 ราย/กลุ่ม ผู้วิจัยจึงทำการสุ่มเลือกแบบเจาะจงเป็นจำนวนเดิมกลุ่มละ 100 ราย ไล่ลำดับตั้งแต่ช่วงเวลาหลังสุดที่กำหนดไปจนกระทั่งครบจำนวนของแต่ละกลุ่ม

วิธีการและเทคนิคการตรวจ CT triple-phase liver

การสแกนผู้ป่วยทำโดยใช้เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ MDCT 128 slice ยี่ห้อ GE รุ่น OPTIMA 660 M40 GT1700 HINO, system ID1573CT0013 ผู้ป่วยนอนหงายวางแขนราบเหนือศีรษะ ให้สารทึบรังสี Iopromide 370 มก.ไอโอดีน/มล. (Ultravist 370, Schering, Germany) ปริมาณ 1.5 มล.ต่อน้ำหนักผู้ป่วย 1 กก. (555 มก.ไอโอดีน/กก.) ทางหลอดเลือดดำผ่านเข็มขนาด 20-22 G ด้วยเครื่องฉีดสารทึบรังสีอัตโนมัติ OptiVantage Injector (Guerbet, France) อัตราเร็ว 1.8-2.5 มล./วินาที ตามด้วย NSS 0.9% จำนวน 20 มล. ทำการสแกน 3 ช่วงเวลาได้แก่ A phase, PV phase และ D phase คลุมพื้นที่ตั้งแต่ dome of diaphragm ถึง iliac crest ใช้เทคนิค smart mA (40-350 mA, ASiR 20%) 100-120 kVp, rotation time 0.8 วินาที ความหนาของชั้นตัด 1.25 มม. (MPR; Axial, coronal, sagittal 3 มม.) **กลุ่มที่ 1** เทคนิค FTD เริ่มสแกน A phase หลังเริ่มการฉีดสารทึบรังสี 30 – 45 วินาที ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของนักรังสีการแพทย์ **กลุ่มที่ 2** เทคนิค BT โดยใช้โปรแกรม Smart Prep (GE Healthcare) วางตำแหน่ง region of interest (ROI) ขนาด 20-30 มม.² ที่หลอดเลือดแดง aorta ระดับ 20 มม.เหนือ dome of diaphragm เทคนิคการสแกนของ bolus tracking ได้แก่ 100-120 kVp, 15 mA ค่า threshold 125 HU เริ่มสแกน A phase อัตโนมัติ 4 วินาทีหลัง Smart prep ถึงค่า threshold ทั้ง 2 วิธีมีการสแกน PV phase ที่ 35 วินาทีหลังการสแกน A phase และ สแกน D phase หลังการฉีดสารทึบรังสีที่มากกว่า 3 นาทีทำการเก็บข้อมูลได้แก่ เพศ อายุ น้ำหนัก วัดค่า CT number ในภาพรังสี (1) A phase ที่ตำแหน่ง aorta (celiac axis), portal vein และ

liver parenchyma (2) ภาพ PV phase ที่ตำแหน่ง portal vein และ liver parenchyma (รูปที่ 1) ในกรณีที่ผู้ป่วยมีภาพสแกน non contrast enhancement (NC) phase ก่อนการฉีดสารทึบรังสี จะทำการวัดเพิ่มเติมที่ตำแหน่ง liver parenchyma และ portal vein

การประเมินภาพ CT triple-phase liver ที่ได้จากวิธีเริ่มสแกนทั้ง 2 แบบใช้รายละเอียดดังนี้^{5,7,8} (1) A phase มี Aortic attenuation ≥ 250 HU, liver enhancement (ค่าที่เพิ่มขึ้นจาก NC phase) เท่ากับ 20-30 HU (late A phase), และ Portal vein “avid attenuation” (2) PV phase มี liver enhancement (ค่าที่เพิ่มขึ้นจาก NC phase) ≥ 50 HU



รูปที่ 1 ตำแหน่งการวาง ROI 1. ภาพ Arterial phase (ซ้าย) ที่ aorta, portal vein และ liver parenchyma 2. ภาพ Portal venous phase (ขวา) ที่ liver parenchyma

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามใช้การแจกแจงและจัดหมวดหมู่ข้อมูล
 2. ข้อมูลเชิงปริมาณใช้สถิติเชิงพรรณนา เป็นค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง 2 กลุ่มด้วย independent t- test
- โครงการวิจัยนี้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยในมนุษย์โรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์ จ.อุบลราชธานี CA code 102/2565 รหัสโครงการ 093/65R ลงวันที่ 27 ธันวาคม 2565

ผลการศึกษา

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามถูกส่งออกไปยังรังสีแพทย์จำนวน 9 ราย มีการตอบกลับจำนวน 8 ราย คิดเป็นอัตราการตอบกลับร้อยละ 88.9 รายละเอียดดังนี้ ความพึงพอใจของรังสีแพทย์ต่อภาพรังสี CT triple-phase liver คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ระดับ 4.0 (มาก) โดยคำตอบที่ระดับ 4 จำนวน 6 ราย ระดับ 5 จำนวน 1 ราย และระดับ 3 จำนวน 1 ราย สรุปประเด็นและประมวลผลจากการตอบแบบสอบถามไว้ในตารางที่ 1

ส่วนที่ 2 ผลการทบทวนข้อมูลและภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ของผู้ป่วยมะเร็งตับและสงสัยว่าเป็นมะเร็งตับที่รับการตรวจ CT triple-phase liver ในเดือนกรกฎาคม-พฤศจิกายน 2565 ด้วยเครื่อง MDCT 128 slice ยี่ห้อ GE รุ่น OPTIMA 660 จำนวน 200 ราย เป็นผู้ป่วยที่ตรวจด้วยเทคนิค FTD 100 ราย และผู้ป่วยที่ตรวจด้วยเทคนิค BT 100 ราย ข้อมูลทั่วไปแสดง

ในตารางที่ 2 พบว่าลักษณะผู้ป่วยทั้ง 2 กลุ่มมีความใกล้เคียงกัน ทั้งอายุ เพศ และน้ำหนัก ค่าเฉลี่ยเริ่มต้นสแกนของเทคนิค BT (35.5 ± 5.9 วินาที) ใกล้เคียงกับเทคนิค FTD ($30-45$ วินาที) แต่มีช่วงเวลาที่กว้างกว่า ($24-51$ วินาที) จากการทบทวนข้อมูลในกลุ่มเทคนิค FTD มีการสแกน NC phase จำนวน 29 ราย ค่าเฉลี่ย CT number ของ liver parenchyma เท่ากับ 55.64 ± 6.09 HU กลุ่มเทคนิค BT มีการสแกน NC phase

จำนวน 36 ราย ค่าเฉลี่ย CT number ของ liver parenchyma เท่ากับ 55.80 ± 5.35 HU ใช้ข้อมูลนี้เป็นค่า baseline CT number ในการคำนวณการเปลี่ยนแปลงในแต่ละกลุ่ม พบว่าค่าเฉลี่ยของ liver enhancement A phase ของเทคนิค FTD และ BT เท่ากับ 15.48 ± 9.66 HU และ 12.11 ± 7.70 HU ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่า 20 HU แสดงว่าภาพรังสีส่วนใหญ่ยังอยู่ในช่วง early A phase (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 1 สรุปประเด็นที่ได้จากการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับภาพ CT triple-phase liver โดยรังสีแพทย์ในหน่วยงาน จำนวน 8 ราย (จากรังสีแพทย์ที่ลงชื่อยินยอมเพื่อตอบแบบสอบถามจำนวน 9 ราย)

ประเด็นคำถาม	สรุปประเด็นจากคำตอบแบบสอบถาม
1. ปัญหาที่พบได้บ่อยของภาพ CT triple-phase liver โดยเฉพาะในส่วนของ A phase	- บางครั้ง A phase ไม่สม่ำเสมอ ยังไม่ได้ A phase จริง ๆ ขึ้นกับสภาพเนื้อตับและโรคประจำตัวของแต่ละคน - บางครั้งอาจ delayed เล็กน้อย บางครั้งเข้าไป เป็น late arterial ที่เริ่มมี portal phase มาปน - Early arterial phase เกินไปในบางเคส, Subtle enhancement, improper phase image, บางครั้ง scan เร็วไป (early arterial) - Respiratory motion artifact
2. รายละเอียดของภาพที่รังสีแพทย์ต้องการ และเป็นมาตรฐานที่จำเป็นต่อการแปลผล	- ได้เฟส enhancement ที่สม่ำเสมอ และตรงกับเฟสจริง ๆ, Phase ตรงตามจริง contrast เหมาะสม, คุณภาพของภาพในแต่ละphase - Arterial phase เป็น late arterial phase อาจตั้ง delay time ที่ 35-40 วินาที - ระยะ arterial ประมาณ 40-45 sec และควรใช้เครื่อง CT 128 slice - Case TACE อยากให้มี pre contrast ด้วย
3. สิ่งที่ต้องการให้ปรับปรุงแก้ไขในภาพรวมของการตรวจทั้งในแง่ของเทคนิค และคุณภาพของภาพ เป็นต้น	- บางครั้งคุณภาพภาพมี artifact จากคนไข้มากกว่า แต่โดยเทคนิคถือว่าดีแล้ว - เคสที่สงสัย HCC ควรใช้เครื่องที่สแกนได้เร็ว และ arterial phase เวลาเหมาะสม - คุณภาพของภาพอาจจะขึ้นจากหลายปัจจัย เช่น patient condition, ขนาดเข็ม ไม่ได้ขึ้นกับเทคนิคการสแกน CT อย่างเดียว - Multiphase CT abdomen มีหลาย protocol เช่น pancreatic protocol, ischemic bowel protocol ซึ่งใช้ระยะเวลาต่าง ๆ กันไป เพื่อให้เข้าใจง่ายจึงใช้เป็น triple phase liver - ซึ่งความจริงแล้วมีช่วงเวลาที่ต่าง ๆ กัน

ตารางที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วยมะเร็งตับที่มาตรวจด้วย CT triple-phase liver

ข้อมูลทั่วไป	เทคนิคการเริ่มสแกน A phase	
	Fixed time delay (n = 100)	Bolus tracking (n = 100)
อายุ (ปี) mean $\pm$ SD (range)	61.4 $\pm$ 11.2 (27-82)	61.7 $\pm$ 10.3 (37-95)
หญิง (ร้อยละ)	32 (32)	31 (31)
ชาย (ร้อยละ)	68 (68)	69 (69)
น้ำหนัก (กก.) mean $\pm$ SD (range)	58.7 $\pm$ 11.1 (36-93)	60.8 $\pm$ 10.9 (37-95)
เวลาเริ่มสแกนหลังฉีดสารทึบรังสี (วินาที) mean $\pm$ SD (range)	(-) 30-45	35.5 $\pm$ 5.9 (24-51)

ตารางที่ 3 การประเมินภาพรังสี CT triple-phase liver ของผู้ป่วยมะเร็งตับ

รายละเอียดการประเมิน	เทคนิคการเริ่มสแกน A phase		p value*
	Fixed time delay	Bolus tracking	
	n = 100	n = 100	
A phase (Arterial phase)			
Aortic attenuation, HU (mean±SD)	254.25±49.45	242±38.20	0.162
Range	172.97-436.92	174.50-341.59	
Aortic attenuation peak ≥ 250 HU (ราย)	46	41	
Liver enhancement, HU (mean±SD)	15.48±9.66	12.11±7.70	0.007**
Range	(-6) -43.42	(-3.09)-29.96	
Liver enhancement 20-30 HU (ราย)	27	17	
Liver enhancement > 30 HU (ราย)	6	0	
Portal vein attenuation, HU (mean±SD)	96.55±29.60	79.69±22.84	<0.001**
range	34.30-167.62	41.52-157.60	
PV phase (Portal venous phase)			
Liver enhancement, HU (mean±SD)	64.75±15.53	67.63±15.15	0.152
Range	35.50-98.38	44.84-129.64	
Liver enhancement ≥ 50 HU (ราย)	84	92	

* independent t-test, ** มีนัยสำคัญทางสถิติ, HU = Hounsfield Unit

Liver enhancement; HU = liver attenuation A phase (or PV phase) - liver attenuation NC phase

วิจารณ์

ในส่วนที่ 1 ความคิดเห็นต่อภาพ CT triple-phase liver ในหน่วยงานของรังสีแพทย์ส่วนใหญ่เป็นไปในเชิงบวก มีความพึงพอใจในระดับที่มาก (ระดับ 4/5) อย่างไรก็ตาม ภาพ A phase ยังมีปัญหาการเริ่มสแกนภาพที่เร็วไปบ้าง หรือช้าไปบ้าง ไม่มีความสม่ำเสมอ ภาพที่ใช้แปลผลจึงอาจมี liver enhancement ที่ไม่พอดีกับช่วงเวลา มีการระบุเวลาสแกนหลังการฉีดสารทึบรังสีของ FTD ควรอยู่ในที่ 35-45 วินาที และควรใช้เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ที่สามารถสแกนได้เร็วกว่า (CT Canon Aquilion 32 slice vs. CT GE Optima128 slice; ข้อมูลของหน่วยงาน) โดยเฉพาะในผู้ป่วยมะเร็งตับเพื่อให้ได้ภาพที่มี enhancement เหมาะสม ความคมชัดที่ดี ตรงกับช่วงเวลาที่ต้องการ ความคิดเห็นนี้สอดคล้องกับทฤษฎีที่ว่า การเพิ่มแถวของตัวรับภาพของเครื่อง MDCT จะทำให้สแกนได้เร็วขึ้น ภาพตรงช่วงเวลาในสแกนครั้งเดียว ได้ชัดตัดที่บางลง ช่วยเพิ่มรายละเอียดของภาพ และทำให้ภาพ Multiplanar Reconstruction (MPR) ในระนาบต่าง ๆ มีคุณภาพที่ดีขึ้น³

นอกจากนี้ยังมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในกรณีที่เป็นผู้ป่วย HCC ที่รักษาด้วย Transarterial Chemoembolization (TACE) ควรมีการสแกน NC phase ด้วย ซึ่งจากการทบทวนข้อมูลของหน่วยงานพบว่า มีการทำ NC phase ก่อนฉีดสารทึบรังสีร้อยละ 32.5 ภาพรังสีของ TACE ซึ่งมีการให้ยาเคมีบำบัด lipiodol (di-iodinated ethyl ester derivative of poppy

seed oil) มีลักษณะทึบรังสี ดังนั้นในกรณีนี้ผู้ป่วย HCC ที่ติดตามการรักษา จึงควรเพิ่มการสแกน NC phase^{3, 9,10} เพื่อที่จะแยกส่วนที่ uptake lipiodol จากความเข้มของสารทึบรังสีได้ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ต้องพิจารณา เช่น ลักษณะของโรค การให้ความร่วมมือของผู้ป่วยที่อาจทำให้เกิด respiratory motion artifacts การเตรียมผู้ป่วย ขนาดของเข็มสำหรับฉีดสารทึบรังสี เพื่อที่จะสามารถเพิ่มอัตราเร็วของการการฉีดสารทึบรังสีได้สูงขึ้น เป็นต้น สิ่งที่ได้จากความคิดเห็นเหล่านี้ทำให้เห็นปัญหาของภาพ CT triple-phase liver โดยเฉพาะใน A phase ในมุมมองของรังสีแพทย์ผู้แปลผลภาพ เนื่องจากการประเมินเชิงคุณภาพครั้งนี้เป็นการประเมินในภาพรวมที่ไม่มีการแยกแยะจำแนกตามวิธีการเริ่มสแกนที่ใช้ ในส่วนที่ 2 จึงได้มีการวิเคราะห์ในส่วนของภาพรังสีแยกตามเทคนิคที่ใช้ เพื่อหาวิธีเริ่มสแกนที่ดีที่สุด ที่จะใช้เป็นเทคนิคที่เหมาะสมกับบริบทของหน่วยงานต่อไป

ส่วนที่ 2 การศึกษาย้อนหลังเชิงพรรณนาโดยการเก็บข้อมูลผู้ป่วยมะเร็งตับ HCC ที่ได้รับการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ช่องท้อง CT triple-phase liver เปรียบเทียบภาพรังสีจากการสแกน A phase โดยเทคนิค 2 วิธี ได้แก่ FTD และ BT กลุ่มที่ศึกษาลักษณะทั่วไปไม่ต่างกัน ผู้ป่วยส่วนใหญ่เป็นเพศชายซึ่งสอดคล้องกับระบาดวิทยาของโรคที่เกิดในเพศชายมากกว่าหญิง¹ มาจากห้องตรวจคัดกรองทั่วไพบโรครทางเดินอาหาร และเคมีบำบัด ในภาพ A phase ค่า aortic attenuation

ของทั้ง 2 เทคนิคในทางสถิติไม่แตกต่างกัน ค่าเฉลี่ยที่ได้ประมาณ 240- 250 HU ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาอื่น ๆ^{4,8,11}

ความเข้มของสารทึบรังสีในหลอดเลือด aorta จะทำให้ hepatic artery และ portal vein ที่นำเลือดเข้าสู่ตับมีความทึบรังสีตามไปด้วย ช่วยให้เห็นขอบเขตของก้อนมะเร็งตับชัดเจนขึ้น แต่ต้องรอช่วงเวลาหนึ่งเพื่อให้ได้ optimal enhancement พบว่าค่าเฉลี่ย liver enhancement ของเทคนิค FTD มากกว่าเทคนิค BT แสดงว่าภาพ A phase จากการฉีดสารทึบรังสีที่ 1.8-2.5 มล./วินาที และ 555 มล.ไอโอดีน/กก. น้ำหนักตัวผู้ป่วย โดยเทคนิค FTD ที่ 30- 45 วินาที ให้ภาพที่ดีกว่าเทคนิค BT ที่ delay เพิ่ม 4 วินาที (35.5±5.9 วินาที)

แต่เมื่อพิจารณาถึงเกณฑ์อ้างอิงที่ค่า aortic attenuation ≥ 250 HU ของทั้ง 2 เทคนิคมีจำนวนไม่ถึงร้อยละ 50 ของผู้ป่วยทั้งหมด และ liver enhancement 20-30 HU จากเทคนิค FTD และเทคนิค BT มีเพียงร้อยละ 27 และ 17 ตามลำดับ เป็นเหตุให้ภาพ A phase ส่วนใหญ่ของหน่วยงานเป็นการเริ่มสแกนที่เร็วเกินไปเป็น early A phase และภาพร้อยละ 6 จากเทคนิค FTD เป็นการสแกนที่ช้าเกินไปทำให้ภาพมี liver enhancement > 30 HU เป็นความไม่สม่ำเสมอของเวลาเริ่มสแกน และส่วนใหญ่เป็นภาพ “Subtle enhancement, improper phase image บางครั้ง scan เร็วไป (early arterial)” ตรงตามความคิดเห็นของรังสีแพทย์ อย่างไรก็ตามหากพิจารณาถึงความชัดเจนของ portal vein ในภาพ A phase เทคนิค FTD จะมีค่าการติดตามกลืนรังสีที่มากกว่าเทคนิค bolus tracking

ดังนั้นในภาพรวมของ A phase โดยหน่วยงานที่ผ่านมาเทคนิค FTD ดีกว่าเทคนิค BT ซึ่งต่างจากงานวิจัยอื่นที่ผลออกมาว่า เทคนิค BT ให้ผลที่ดีกว่า สาเหตุของการที่เทคนิค BT ของหน่วยงานไม่ให้เป็นภาพ A phase ที่ดีเหมือนงานวิจัยอื่นมาจากการหน่วงเวลาล้างสแกนถึงค่า threshold ของเทคนิค BT นั้นน้อยเกินไป (4 วินาที) ทำให้ภาพที่ได้เป็น early A phase แทนที่จะเป็น late A phase ซึ่งงานวิจัยอื่นด้วยอัตราเร็วของการหน่วงเวลาฉีดสารทึบรังสี 3 มล./วินาที มีการหน่วงเวลาล้าง threshold 100 HU อีก 19-21 วินาที เพื่อให้ได้ peak hepatic A phase^{3,5,12} และจากที่เห็นค่าเฉลี่ยของเวลาเริ่มสแกนหลังการฉีดสารทึบรังสีด้วยวิธี BT ของหน่วยงานที่น้อยกว่า FTD จึงเป็นที่เข้าใจได้ว่าภาพ A phase ของเทคนิค BT ออกมามีค่า optimal liver enhancement น้อยกว่าเทคนิค FTD

อย่างไรก็ตามความสม่ำเสมอของ A phase ด้วยเทคนิค FTD ยังไม่ดีเท่า BT เพราะยังมีปัญหาการเริ่มสแกนที่ช้าไปจนเริ่มเข้าสู่ PV phase ในส่วนของการประเมินภาพ PV phase ซึ่งเวลาต่อเนื่องมาจาก A phase ของทั้งสองเทคนิคมีค่า liver enhancement ไม่ต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาถึงจำนวนภาพ PV phase ที่มี Liver enhancement ≥ 50 HU ของเทคนิค BT จะมากกว่า แสดงถึงการให้ช่วงเวลาที่สม่ำเสมอมากกว่านั่นเอง มีข้อสังเกตว่าช่วงเวลาของการเริ่มสแกนของเทคนิค BT ในผู้ป่วยจะค่อนข้างแตกต่างกันมาก (24-51 วินาที) เมื่อเทียบกับ

เทคนิค FTD เนื่องจากปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของสารทึบรังสีในหลอดเลือดผู้ป่วย คือ แรงดันเลือดของผู้ป่วยที่จะทำให้สารทึบรังสีเคลื่อนมา ณ ตำแหน่งที่วาง ROI เร็วช้าแตกต่างกัน ทำให้เทคนิค BT เป็นวิธีที่อิงกับสรีระสภาพร่างกายของผู้ป่วยและทำให้ได้ภาพรังสีที่ตรงกับช่วงเวลาที่ต้องการมากกว่า FTD

ข้อจำกัดของภาพ A phase ในการศึกษาชิ้นส่วนหนึ่งมาจากอัตราการฉีดสารทึบรังสีที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับการศึกษาอื่น ๆ จากการทบทวนวรรณกรรม^{5,6,8} และส่งผลต่อการเริ่มสแกน เนื่องจากขนาดของเข็มเบอร์ 22 G ที่ใช้สามารถทำได้สูงสุดประมาณ 2-2.2 มล./วินาที และการฉีดสารทึบรังสีที่เร็วมากมีความจำเป็นต้องเผื่อระยะอย่างใกล้ชิด เพราะมีความเสี่ยงต่อการเกิด extravasation หากเราต้องการปรับปรุงเทคนิคเพื่อให้ภาพที่ดีขึ้นควรต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมแบบ prospective study ถึงการปรับอัตราเร็วของการฉีดสารทึบรังสี ค่าหน่วงเวลาของเทคนิค FTD และ BT รวมถึงปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องที่จะส่งผลให้ได้ภาพ A phase ที่ดีขึ้น

สรุป

วิธีการเริ่มสแกน A phase ในการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ช่องท้องแบบ 3 เฟสในผู้ป่วยมะเร็งตับของหน่วยงานที่ทำการศึกษา จากความคิดเห็นของรังสีแพทย์ และจากผลการศึกษาภาพรังสีย้อนหลังจากฐานข้อมูลภาพทางรังสี จำเป็นต้องมีการปรับปรุง โดยภาพ A phase ส่วนใหญ่ยังเป็นการเริ่มสแกนที่เร็วเกินไป ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงวิธีการปรับเทคนิคการเริ่มสแกน เช่น การเพิ่มอัตราเร็วของการฉีดสารทึบรังสี การปรับ delay time และการเตรียมผู้ป่วยก่อนการตรวจ เพื่อให้ภาพที่ได้เป็น optimal enhancement

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณนายแพทย์สิทธิพร ศศิวรรณพงศ์ หัวหน้ากลุ่มงานรังสีวิทยา โรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์ และทีมรังสีแพทย์ที่เสียสละเวลาในการแบบสอบถาม และนักรังสีการแพทย์ทุกคนที่ให้การสนับสนุนทำให้การศึกษาค้นคว้าสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. Screening guidelines diagnose and treat cholangiocarcinoma [Internet]. [cited July 23, 2022]. Available from: <https://www.nci.go.th/th/cpg/download%20Liver/01.pdf>
2. Chernyak V, Fowler KJ, Kamaya A, Kielar AZ, Elsayes KM, Bashir MR et al. Liver imaging reporting and data system (LI-RADS) Version 2018: Imaging of Hepatocellular Carcinoma in At-Risk Patients. Radiology 2018;289(3):816–30.doi.org/10.1148/radiol.2018181494

3. American College of Radiology. LI-RADS® Technique - Chapter 12 [Internet]. [cited July 23, 2022], Available from: <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-12-Technique.pdf?la=en&hash=3B774BD8A6D0A6ACBD62B2330705FD14>
4. Yamashita Y, Komohara Y, Takahashi M, Uchida M, Hayabuchi N, Shimizu T, et al. Abdominal helical CT: evaluation of optimal doses of intravenous contrast material—a prospective randomized study. *Radiology* 2000;216:718–23. doi.org/10.1148/radiology.216.3.r00se26718
5. Eddy K, Costa AF. Assessment of cirrhotic liver enhancement with multiphasic computed tomography using a faster injection rate, late arterial phase, and weight-based contrast dosing. *Can Assoc Radiol J* 2017;68(4):371–8. doi.org/10.1016/j.carj.2017.01.001
6. Adibi A, Shahbazi A. Automatic bolus tracking versus fixed time-delay technique in biphasic multidetector computed tomography of the abdomen. *Iran J Radiol* 2014;11(1):e4617. doi.org/10.5812/iranjradiol.4617
7. Fujigai T, Kumano S, Okada M, Hyodo T, Imaoka I, Yagyu Y, et al. Optimal dose of contrast medium for depiction of hypervascular HCC on dynamic MDCT. *Eur J Radiol* 2012;81(11):2978–83. doi.org/10.1016/j.ejrad.2012.01.016
8. Mehnert F, Pereira PL, Trübenbach J, Kopp AF, Claussen CD. Biphasic spiral CT of the liver: automatic bolus tracking or time delay? *Eur Radiol* 2001;11(3):427–31. doi.org/10.1007/s0033000000633
9. Chiu RY, Yap WW, Patel R, Liu D, Klass D, Harris AC. Hepatocellular carcinoma post embolotherapy: imaging appearances and pitfalls on computed tomography and magnetic resonance imaging. *Can Assoc Radiol J* 2016;67(2):158–72. doi.org/10.1016/j.carj.2015.09.006
10. Matsui Y, Horikawa M, Jahangiri Noudeh Y, Kaufman JA, Kolbeck KJ, Farsad K. Baseline tumor lipiodol uptake after transarterial chemoembolization for hepatocellular carcinoma: identification of a threshold value predicting tumor recurrence. *Radiol Oncol* 2017;51(4):393–400. doi.org/10.1515/raon-2017-0030
11. Awai K, Hori S. Effect of contrast injection protocol with dose tailored to patient weight and fixed injection duration on aortic and hepatic enhancement at multidetector-row helical CT. *Eur radiol* 2003; 13(9):2155–60. doi.org/10.1007/s00330-003-1904-x
12. Yamaguchi I, Kidoya E, Suzuki M, Kimura H. Optimizing scan timing of hepatic arterial phase by physiologic pharmacokinetic analysis in bolus-tracking technique by multi-detector row computed tomography. *Radiol Phys Technol* 2011;4(1):43–52. doi.org/10.1007/s12194-010-0105-y

SMJ