

การพัฒนาเทคนิคการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ช่องท้อง Porto-Venous Phase ในโรงพยาบาลนครพิงค์

ชาญวิทย์ ไชยโรจน์ วิทยาศาสตร์บัณฑิต (รังสีเทคนิค)
กลุ่มงานรังสีวิทยา โรงพยาบาลนครพิงค์

ส่งบทความ: 23 กรกฎาคม 2564
แก้ไขบทความ: 29 กันยายน 2564
ตีพิมพ์บทความ: 2 ตุลาคม 2564

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ : เพื่อศึกษาเทคนิคการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ช่องท้องในระยะ portal venous phase วิธี bolus tracking กับวิธี fixed delay ต่อคุณภาพของภาพรังสีจากเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์และความสัมพันธ์ของการได้รับปริมาณสารทึบรังสี

วิธีการศึกษา : การศึกษาแบบ quasi-experiment แบ่ง 2 กลุ่ม ในผู้ป่วยที่ได้รับการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ช่องท้องระยะ portal venous phase ในกลุ่มงานรังสีวิทยา โรงพยาบาลนครพิงค์ระหว่างวันที่ 8 มีนาคม 2564 -31 มิถุนายน 2564 ระหว่างผู้ป่วยกลุ่มแรกโดยการเก็บข้อมูลย้อนหลัง ช่วง 8 มีนาคม 2564-31 กรกฎาคม 2564 ในวิธีการตรวจแบบ fixed delay ที่ 70 วินาทีหลังจากการให้สารทึบรังสีกับผู้ป่วยกลุ่มที่สองที่ใช้การตรวจแบบ bolus tracking ในหลอดเลือดแดง aorta กำหนดค่า CT number เท่ากับ 150 HU และค่าหน่วยเวลา 50 วินาที คำนวณปริมาณการใช้สารทึบรังสีจากค่าน้ำหนักแบบไม่รวมไขมัน เปรียบเทียบคุณภาพของภาพถ่ายรังสีจากสองวิธีการด้วยการวัดค่า CT number ในเนื้อตับ หลอดเลือดแดง aorta หลอดเลือดดำ portal vein หลอดเลือดดำ inferior vena cava และผลการประเมินจากคุณภาพของภาพรังสีโดยรังสีแพทย์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วย independent t-test และ Wilcoxon's ranksum test

ผลการศึกษา: จำนวนผู้เข้าการศึกษาทั้งหมด 150 คน อายุเฉลี่ย 58.5 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 13.8 เพศชาย 83 คน คิดเป็นร้อยละ 55.3 เพศหญิง 67 คน คิดเป็นร้อยละ 44.7 น้ำหนักเฉลี่ย 54.9 กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 14.8 CT number ในเนื้อตับของวิธี bolus tracking 113.7 (10.9) HU. และ วิธี fixed delay 107.4 (15) HU. ($p=0.004$) ในหลอดเลือดดำ inferior vena cava 116 (19.8) HU. และ 109.8 (22.6) HU. ตามลำดับ ($p=0.62$) ค่ามัธยฐาน (พิสัยควอไทล์) ของค่า CT number ในหลอดเลือดแดง aorta วิธี bolus tracking 154.5 (18.9) HU. วิธี fixed delay 143.7 (27.4) HU. ($p=0.001$) ในหลอดเลือดดำ portal vein 153 (19.6) HU. และ 140 (33.2) HU. ตามลำดับ ($p=0.002$) ค่ามัธยฐาน (พิสัยควอไทล์) ปริมาณการใช้สารทึบรังสีวิธี bolus tracking 89 (23) ml วิธี bolus tracking 80 (20) ml ($p=0.06$) ด้านคุณภาพของภาพถ่ายรังสี ค่ามัธยฐาน (พิสัยควอไทล์) การประเมินของวิธี bolus tracking เท่ากับ 3.7 (0.7) คะแนน วิธี fixed delay เท่ากับ 3.3 (1) คะแนน ($p=0.03$)

สรุปผลการศึกษา: การตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ช่องท้อง Porto-Venous Phase โดยใช้เทคนิค bolus tracking สามารถเพิ่มคุณภาพของภาพถ่ายรังสีได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: Portal Venous Phase, Bolus Tracking, Fixed delay, Liver

ติดต่อบทความ

ชาญวิทย์ ไชยโรจน์ กลุ่มงานรังสีวิทยา โรงพยาบาลนครพิงค์
โทรศัพท์ 0-5399-9200 Email: cnchanvit@gmail.com

Development of Abdominal Computed Tomography Techniques Porto-Venous Phase in Nakornping Hospital

Chanvit Chairote B.S (RADIOLOGIC TECHNOLOGY)

Radiology Department, Nakornping Hospital

Submitted: 23 Jul 2021

Revised: 29 Sep 2021

Published: 2 Oct 2021

Objective: To study image quality and contrast media dosage in patients undergoing portal venous phase computed tomography between bolus tracking method and fixed delay method

Method: A quasi-experiment 2 groups, comparing the use of two methods in patients undergoing portal venous phase computed tomography in the Nakornping Hospital Radiology Department, March 8, 2021-31 June 2021, first group using a fixed-delay method at 70 seconds after administration of contrast agents and the second group using a bolus tracking method in the aorta. The CT number use was 150 HU plus a 50 seconds delay time. The calculation of contrast media dosage was from the non-fat weight value calculation. The quality of the radiographs from the two methods was measured by CT number in the liver, aorta, portal vein and inferior vena cava. Radiographic assessment was assessed by radiologists. Data were also analyzed, Independent t-test and Wilcoxon's ranksum test when appropriate.

Results: Total 150 patients, mean (SD) age were 58.5 (13.8) years, male 83 (55.3%), female 67 (44.7%), body weight 54.9 (14.8) kg. Mean (SD) of CT number by bolus tracking method and fixed delay method in liver was 113.7 (10.9) HU. and 107.4 (15) HU. ($p=0.004$), in inferior vena cava was 116 (19.8) HU. and 109.8 (22.6) HU. respectively, $p=0.62$. Median (IQR) of CT number by bolus tracking method and fixed delay method in aorta was 154.5 (18.9) HU. and 143.7 (27.4) HU. ($p=0.001$), in portal vein was 153 (19.6) HU. and 140 (33.2) HU., $p=0.002$. The median (IQR) use of contrast agent in bolus tracking method 89 (23) ml while fixed delay method was 80 (20) ml, did not differ statistically ($p=0.06$), for quality assessment, median (IQR) mean scores evaluation image quality by radiologists of the bolus tracking method was 3.7(0.7), the fixed delay method was 3.3(1) statistically significantly different ($p=0.03$)

Conclusion: The development of abdominal computed tomography at Porto-Venous Phase in Nakornping Hospital using bolus tracking technique can significantly improve the radiographic quality.

Keywords: Portal Venous Phase, Bolus Tracking, Fixed delay, Liver

Contact

Chanvit Chairote Radiology Department, Nakornping Hospital
Telephone 0-5399-9200 Email: cnchanvit@gmail.com

บทนำ

จากการให้บริการตรวจรักษาผู้ป่วยมะเร็งของโรงพยาบาลนครพิงค์ที่มีผู้มารับบริการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามรายงานประจำปี 2563¹ การตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ช่องท้องร่วมกับการใช้สารทึบรังสีเป็นการตรวจเพื่อค้นหาพยาธิสภาพเบื้องต้นและติดตามการรักษาและการลุกลามของโรคจากสถิติการให้บริการของกลุ่มงานรังสีในปี 2561², 2562³, 2563⁴ มีผู้ป่วยรับบริการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ช่องท้องจำนวน 1,892 ราย, 2,041 ราย และ 1,985 รายตามลำดับในปี 2563 มีจำนวนผู้รับบริการลดลงเล็กน้อยเนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อ COVID-19 โดยลักษณะทางกายวิภาคของช่องท้องมีอวัยวะอยู่ซ้อนทับกันหลายชนิดภาพถ่ายรังสีจากเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ที่ดีต้องแสดงความแตกต่าง (contrast) ของระดับความขาว-ดำ (density) สามารถแยกขอบเขตของอวัยวะและพยาธิสภาพได้อย่างชัดเจน ตับ (Liver) เป็นอวัยวะภายในช่องท้องที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในร่างกายมีน้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 1500 กรัมมีหลอดเลือดไปหล่อเลี้ยงจำนวนมากเป็นหลอดเลือดแดง (hepatic artery) ร้อยละ 20-25 เป็นหลอดเลือดดำ (portal vein) ร้อยละ 75-80⁶ ตับเป็นอวัยวะเป้าหมายที่สำคัญในการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ช่องท้องที่แพทย์ต้องการเห็นพยาธิสภาพการลุกลามและระยะของโรคนั้นวิธีการตรวจด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ที่ดีจะทำให้ได้ภาพถ่ายรังสีที่แพทย์สามารถใช้ในการตรวจวินิจฉัยโรคได้ถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น

การสแกนตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ช่องท้องแบ่งเป็น 4 ระยะ (phase)⁷ตามความต้องการตรวจหาพยาธิสภาพโดยแบ่งตามระยะเวลาที่สารทึบรังสีเข้า

สู่ระบบไหลเวียนในตับได้แก่ ระยะแรกเป็นระยะของหลอดเลือดแดง (Arterial phase) เป็นการสแกนตรวจหลังจากเริ่มฉีดสารทึบรังสีเข้าสู่หลอดเลือดดำแล้วประมาณ 18-25 วินาทีสำหรับคุณลักษณะการไหลเวียนของหลอดเลือดแดงในตับ (hepatic arterial angiography) ระยะที่สองระยะของหลอดเลือดดำ (Portal venous phase) เป็นการสแกนตรวจหลังจากเริ่มฉีดสารทึบรังสีไปแล้วประมาณ 30-40 วินาที จะแสดงภาพของหลอดเลือด Portal vein และ Hepatic vein ภาพถ่ายรังสีจะแสดงความเด่นชัดของก้อนเนื้องอกที่มีหลอดเลือดไปเลี้ยงมากกว่าเนื้อของตับ (hypervascular tumor) ระยะที่สามเป็นระยะที่สารทึบรังสีแพร่ซึม (enhancement) เข้าสู่เนื้อเยื่อตับ (Parenchymal phase) เป็นการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ช่องท้องระยะที่มีการตรวจมากที่สุดการสแกนตรวจจะเริ่มขึ้นภายหลังจากเริ่มฉีดสารทึบรังสีเข้าสู่หลอดเลือดแล้วประมาณ 70-80 วินาที ภาพถ่ายรังสีที่ได้จะแสดงความเด่นชัดของก้อนเนื้องอกชนิดที่มีหลอดเลือดไปเลี้ยงน้อยกว่าเนื้อตับ (hypovascular tumor) ระยะที่สี่เป็นระยะสมดุล (delayed or equilibrium phase) เป็นระยะที่สารทึบรังสีไหลเวียนเข้า-ออกจากรับอย่างสมดุลและกระจายตัวในตับและหลอดเลือดอย่างสม่ำเสมอระดับความแตกต่าง (contrast) ในเนื้อตับจะลดลงเมื่อเทียบกับระยะ parenchyma phase ใช้แยกแยะก้อนเนื้องอกชนิดที่ลักษณะคล้ายคลึงกัน เช่นมะเร็งของท่อน้ำดี (cholangio carcinomas) กับเนื้องอกของหลอดเลือด (hemangioma) นอกจากนี้อาจมีการสแกนตรวจช่องท้องโดยไม่ใช้สารทึบรังสีเพื่อใช้เปรียบเทียบความแตกต่างกับภาพการตรวจที่ใช้สารทึบรังสี ในทางปฏิบัติการแบ่งการเรียกชื่อของระยะการสแกน

อาจแตกต่างกันไปตามความต้องการของรังสีแพทย์ในแต่ละหน่วยงานแต่ยังคงให้ข้อมูลที่ครบถ้วนตามมาตรฐาน กลุ่มงานรังสีวิทยาโรงพยาบาลนครพิงค์แบ่งการสแกนตรวจเป็น 4 ระยะดังนี้ระยะแรกเป็นการสแกนภาพในขณะที่ยังไม่มีการฉีดทึบรังสีเข้าสู่หลอดเลือดสำหรับสำรวจและเปรียบเทียบ ระยะที่สองเป็นการสแกนตรวจหลอดเลือดแดง (arterial phase) เพื่อ ดู ลั ก ษณะ ก้อน เนื้อ ชนิด hypervascular tumor ระยะที่สามเป็นการสแกนตรวจหลอดเลือดดำ (portal venous phase) รวมกับเนื้อตับ (parenchyma phase) โดยเรียกว่าระยะ portal venous phase เพื่อดูลักษณะของหลอดเลือดดำและก้อนเนื้อชนิด hypovascular tumor ระยะที่สี่คือการสแกนภาพในระยะสมดุล (delayed or equilibrium phase)

สำหรับจำแนกชนิดของก้อนเนื้อสารทึบรังสี (contrast media) ถูกใช้เพื่อช่วยเพิ่มความแตกต่างของความขาว-ดำในภาพถ่ายรังสีทำให้ภาพของอวัยวะต่างๆมีความเด่นชัดขึ้นดังนั้น ชนิด ปริมาณและอัตราการฉีดสารทึบรังสีที่เหมาะสมจึงมีความสัมพันธ์กับคุณภาพของภาพถ่ายรังสี Kyongtae T.Bae⁸ ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์และปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการแพร่กระจาย (enhancement) ของสารทึบรังสีได้แก่ ปริมาตรเลือดที่ส่งออกจากหัวใจต่อนาที (cardiac output) อัตราเร็วของการให้สารทึบรังสี (contrast injection rate) ระดับความเข้มข้นของไอโอดีนในสารทึบรังสี และน้ำหนักตัวผู้ป่วยพบว่าน้ำหนักตัวของผู้ป่วยมีผลต่อขนาดและปริมาณความแตกต่างของการดูดกลืนสารทึบรังสี (enhancement) ในเนื้อตับ (liver parenchymal) มากที่สุด Hiroshi Kondo⁹ และคณะได้ศึกษาความสัมพันธ์ของน้ำหนักตัวผู้ป่วยรวม (total

body weight, TBW) น้ำหนักตัวที่ไม่รวมไขมัน (lean body weight, LBW) และปริมาตรของเลือด (blood volume) พบว่าน้ำหนักที่ไม่รวมไขมันมีนัยสำคัญต่อปริมาณไอโอดีนในสารทึบรังสีที่ฉีดให้กับผู้ป่วยที่ทำให้เนื้อตับมีระดับความแตกต่างในเนื้อเยื่อสูงสุด (maximum hepatic enhancement)

จากสถิติจำนวนผู้รับบริการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ช่องท้องของกลุ่มงานรังสีวิทยาโรงพยาบาลนครพิงค์ระหว่างปี 2561-2563 พบว่าเป็นการตรวจสแกนภาพในระยะ portal venous phase ร้อยละ 85 และเป็นการตรวจครบทั้ง 4 ระยะการสแกนภาพร้อยละ 15 วิธีการสแกนตรวจระยะ portal venous phase เดิมที่ใช้ในกลุ่มงานใช้วิธีกำหนดการหน่วงเวลาสแกนตรวจที่ 70 วินาที (fixed delay) หลังจากเริ่มฉีดสารทึบรังสี โดยใช้ปริมาณสารทึบรังสีให้ผู้ป่วยตามความสัมพันธ์ปริมาณสารทึบรังสี (ml) = น้ำหนักตัวผู้ป่วย (kg) $\times$ 1.5⁵ มีข้อดีคือคำนวณได้ง่าย รวดเร็วผู้วิจัยพบปัญหาว่าการคำนวณปริมาณการใช้สารทึบรังสีด้วยวิธีนี้ไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาที่กล่าวมาในข้างต้น โดยเฉพาะผู้ป่วยที่มีดัชนีมวลกาย (BMI) สูงหรือมีภาวะอ้วน (obesity) น้ำหนักตัวโดยรวมจะมีปริมาณไขมันสูงซึ่งโดยลักษณะของไขมันแล้วจะมีหลอดเลือดไปเลี้ยงน้อยไม่มีผลต่อการละลายและการกระจายตัวของสารทึบรังสีในเลือดเมื่อให้ปริมาณสารทึบรังสีตามวิธีคำนวณเดิมอาจทำให้ผู้ป่วยได้รับสารทึบรังสีมากเกินไป ประเด็นปัญหาต่อมาคือค่าหน่วงเวลาการสแกนตรวจที่ 70 วินาที (fixed delay) ที่มาจากค่าเฉลี่ยของเวลาการไหลเวียนของเลือดนับตั้งแต่สารทึบรังสีถูกฉีดเข้าสู่ร่างกายทางหลอดเลือดดำเข้าสู่หัวใจผ่านระบบไหลเวียนโลหิตแล้วดูดกลืนในเนื้อตับ¹⁰ เมื่อ

ผู้ป่วยมีสภาวะการไหลเวียนโลหิตหรือมีพยาธิสภาพของหัวใจที่ทำให้อัตราการสูบฉีดโลหิตออกจากหัวใจ (cardiac output) ผิดปกติก็จะส่งผลต่อเวลาของการสแกนตรวจที่อาจจะเร็วหรือช้าเกินไป ได้มีผู้วิจัยหลายท่านทำการศึกษาเทคนิคและวิธีการที่ทำให้การตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ช่องท้องในระยะ Porto-Venous Phase มีความแม่นยำยิ่งขึ้น M.KANEMATSU¹¹ และคณะได้ศึกษาโดยใช้เทคนิค bolus tracking ในผู้ป่วย 3 กลุ่ม วิธีการตรวจ กลุ่มละ 46 รายแยกตามตำแหน่งของการวัดความเข้มของสารทึบรังสี เมื่อทำการวัดในหลอดเลือดดำ superior mesenteric vein โดยวาง region of interest (ROI) ไว้ที่ตำแหน่งของ superior mesenteric vein แล้วทำการสแกนแบบ dynamic ต่อเนื่องเพื่อติดตามวัดค่า CT number จนถึงระดับที่กำหนดเครื่องจะทำการสแกนตรวจโดยอัตโนมัติทำการศึกษาเปรียบเทียบกับวิธีสแกนภาพ dynamic ต่อเนื่องติดตามดูการไหลของสารทึบรังสีเข้าสู่หลอดเลือดดำ Superior mesenteric vein ด้วยตา (visual monitoring) เมื่อเห็นความเข้มของสารทึบรังสีตามที่ต้องการจึงเริ่มสแกนตรวจ Satoshi Goshima¹² และคณะได้ทำการศึกษาเพื่อหาเวลาที่เหมาะสมในการสแกนตรวจในระยะหลอดเลือดแดง (arterial phase) และระยะหลอดเลือดดำ (portal venous phase) ในผู้ป่วยจำนวน 114 ราย แบ่งเป็น 2 กลุ่มวิธีการตรวจกลุ่มละ 57 ราย ด้วยวิธี bolus tracking โดยวางตำแหน่ง ROI สำหรับวัดค่า CT number ไว้ที่จุดศูนย์กลางของหลอดเลือดแดงใหญ่ (aorta) ระดับเหนือขอบกระบังลม (diaphragmic dome) กำหนดระดับค่าที่ต้องการแล้วสแกนแบบ dynamic ต่อเนื่องจนกระทั่งค่า CT number

ถึงระดับแล้วเพิ่มเวลาหน่วง (delay time) ตามที่ต้องการเมื่อครบจึงเริ่มสแกนตรวจ

จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรมและปัญหาในการปฏิบัติงานที่ผู้วิจัยพบว่าเวลาในการสแกนตรวจไม่ตรงตามระยะการไหลเวียนที่ถูกต้องตามลักษณะและพยาธิสภาพเฉพาะตัวของผู้ป่วย ส่งผลต่อคุณภาพของภาพรังสีที่ใช้ในการวินิจฉัยโรคของแพทย์ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดปรับปรุงเทคนิคการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ช่องท้อง Porto-Venous Phase ซึ่งเป็นระยะการตรวจที่มีความสำคัญต่อการวินิจฉัย ติดตามการดำเนินของโรคและการขอตรวจมากที่สุด โดยนำวิธี bolus tracking มาใช้วัดระดับความเข้มข้นของสารทึบรังสีในหลอดเลือดเพื่อหาตำแหน่งเวลาในการสแกนตรวจระยะ portal venous phase ที่ถูกต้องเพื่อให้ได้ภาพรังสีที่มีคุณภาพสูงเพิ่มความแม่นยำในการวินิจฉัยโรคของแพทย์เพื่อใช้ในกลุ่มงานรังสีวิทยาโรงพยาบาลนครพิงค์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาเทคนิคการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ช่องท้องในระยะ portal venous phase วิธี bolus tracking กับวิธี fixed delay ต่อคุณภาพของภาพรังสีจากเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์และความสัมพันธ์ของการได้รับปริมาณสารทึบรังสี

นิยามศัพท์

1. Bolus tracking คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการสแกนหรือสร้างภาพของเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ให้สอดคล้องสัมพันธ์กับระยะเวลาของการฉีดสารทึบรังสีที่ผ่านเข้าหลอดเลือดหรือเข้าสู่อวัยวะที่ต้องการตรวจในช่วงที่มีปริมาณสารทึบรังสีสูงที่สุด (peak enhancement)

2. Fixed delay คือ การกำหนดเวลาในการสแกนของเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์คงที่นับจากเริ่มฉีดสารทึบรังสีเข้าสู่หลอดเลือด

3. Helical scan คือ เทคนิคการสแกนภาพเก็บข้อมูลของเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ในขณะที่เตียงเคลื่อนที่ไปพร้อมกัน

4. Dynamic scan คือ เทคนิคการสแกนภาพเก็บข้อมูลของเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ที่ตำแหน่งเดียวโดยเตียงจะไม่มี การเคลื่อนที่

5. ROI (region of interest) คือ ตำแหน่งที่สนใจในวัดค่า CT number

6. CT number คือ ตัวเลขที่บอกถึงสัมประสิทธิ์การลดทอนปริมาณรังสีเชิงเส้น (Linear attenuation coefficient) เมื่อรังสีที่ผ่านตัวกลางหรืออวัยวะแล้วถูกดูดกลืนหรือลดทอนลง มีหน่วยวัดเป็น HU (Hounsfield unit)

ระเบียบวิธีวิจัย

เป็นการศึกษาวิจัยแบบกึ่งทดลอง (quasi-experiment design) เปรียบเทียบคุณภาพของภาพถ่ายรังสีที่ได้จากการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ช่องท้องระยะ portal venous phase จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ได้รับการตรวจวิธีกำหนดเวลาคงที่ (fixed delay) และกลุ่มที่ได้รับการตรวจวิธี bolus tracking

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ทำการศึกษาจากผู้ป่วยที่มาขอรับการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ช่องท้องในระยะ portal venous ยังกลุ่มงานรังสีวิทยา ระหว่างวันที่ 8 มีนาคม 2564 ถึง 30 มิถุนายน 2564 โดยแบ่งช่วงเวลาการเก็บข้อมูลเป็น 2 ระยะคือกลุ่มที่ตรวจด้วยวิธีกำหนดเวลาคงที่

(fixed delay) เก็บข้อมูลย้อนหลังตามลำดับเข้ารับการตรวจตั้งแต่วันที่ 8 มีนาคม 2564 จนครบจำนวน 75 ราย หลังจากนั้นทำการเก็บข้อมูลกลุ่มที่ตรวจด้วยวิธี bolus tracking ที่ออกแบบขึ้นใหม่ตามลำดับเข้ารับการตรวจจนครบจำนวน 75 ราย โดยมีเกณฑ์การคัดเลือก ดังนี้

เกณฑ์การคัดเข้า

1. ผู้ป่วยที่มีอายุ 20 ปีขึ้นไป
2. เป็นการส่งตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ช่องท้องระยะ portal venous phase
3. มีการสแกนตรวจก่อนและหลังการให้สารทึบรังสีที่ตำแหน่งเดียวกัน
4. ใช้อัตราการความเร็วในการฉีดและชนิดของสารทึบรังสีเหมือนกัน

เกณฑ์คัดออก

1. ผู้ป่วยที่มีภาวะไขมันแทรกในตับ (fatty liver) โดยมีค่า CT number ในเนื้อตับเฉลี่ยน้อยกว่า 40 HU
2. ผู้ป่วยที่เนื้อตับถูกทำลายมากกว่าร้อยละ 50
3. ผู้ป่วยที่มีภาวะการอุดตันของหลอดเลือดดำ Portal vein thrombosis

ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

คำนวณจำนวนกลุ่มตัวอย่างจากโปรแกรมสำเร็จรูป n4Studies version 1.4.2 สถิติที่ใช้ทดสอบคือการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน (t-test, Difference between two independent means) คำนวณจากสูตรของ เบอร์นาร์ต รอสเนอร์¹³ (Bernard R. Rosner, 2000) ตามความสัมพันธ์

$$n_1 = \frac{\left(z_{1-\frac{\alpha}{2}} + z_{1-\beta}\right)^2 \left[\sigma_1^2 + \frac{\sigma_2^2}{r}\right]}{\Delta^2}$$

$$r = \frac{n_2}{n_1}, \Delta = \mu_1 - \mu_2$$

โดยหาค่าเฉลี่ยของ CT number ในภาพรังสีของเนื้อตับเมื่อได้รับสารทึบรังสีในกลุ่มตัวอย่างนำร่อง 2 กลุ่มคือ กลุ่มแรกตรวจด้วยวิธีดั้งเดิม (fixed delay) จำนวน 10 ตัวอย่างได้ค่าเฉลี่ยของ CT number 108.33 HU ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10.66 กลุ่มที่สองตรวจด้วยวิธีใหม่ (bolus tracking) จำนวน 10 ตัวอย่างได้ค่าเฉลี่ยของ CT number 117.5 HU ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 11.21 กำหนดค่าความสำคัญทางสถิติ (α err prop) ที่ 0.05 และอำนาจการทดสอบ ($1-\beta$ err prop) ที่ 0.2 จะได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 46 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 23 คน

วิธีการศึกษาและวัสดุอุปกรณ์

การศึกษาข้อมูลผู้ป่วยที่ได้รับการตรวจด้วยเทคนิคเดิม (fixed delay) และในผู้ป่วยที่ได้รับการตรวจด้วยเทคนิคใหม่ (bolus tracking) ด้วยการวัดค่า CT number ในตำแหน่งต่างๆ และคุณภาพของภาพรังสี (quality assessment) จากรังสีแพทย์ตามเกณฑ์ที่กำหนดประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินการในส่วนต่างๆ ดังนี้

การใช้สารทึบรังสีและการสแกนตรวจด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (Contrast media injection and Scan protocols)

การใช้สารทึบรังสี การตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ช่องท้องรวมกับการใช้สารทึบรังสีในการศึกษานี้ใช้เครื่องฉีดสารทึบรังสี (power injector) ชนิด 2 หัวฉีด (OptiVantage LF, Gueblet) อัตราเร็วในการฉีด 2.5ml/s ผ่านเส้นเลือดดำที่ตำแหน่งข้อพับแขน (antecubital vein) ด้วยเข็มแบบพลาสติก (medicut) ขนาด 20 gauge ทั้ง 2 กลุ่มตัวอย่าง สารทึบรังสีที่ใช้เป็นชนิดไม่แตกตัวให้ประจุ (Non-ionic) ความเข้มข้นของไอโอดีน 300 mg/ml (Iopamiro 300, Bracco s.p.a Milano, Italy) โดยปริมาณสารทึบรังสีที่ใช้สำหรับเทคนิคการตรวจแบบกำหนดเวลาแบบเดิมคือ 1.5 เท่าของน้ำหนักตัวผู้ป่วย (patient weight (kg) $\times$ 1.5) ปริมาตรที่ได้เป็นมิลลิลิตร (ml)

วิธีการตรวจ bolus tracking ใช้วิธีการคำนวณเพื่อหาปริมาณสารทึบรังสีตามความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{ปริมาตรสารทึบรังสี (ml)} = \frac{\text{ปริมาณไอโอดีน (g)}}{\text{ความเข้มข้นของสารทึบรังสี } \left(\frac{\text{g}}{\text{ml}}\right)}$$

คำนวณหาปริมาณไอโอดีนตามสมการความสัมพันธ์ของ Kondo⁹ คือ $Iodine(g) = LBW \frac{\Delta H}{77.9}$

LBW (Lean Body Weight) คือ น้ำหนักตัวไม่รวมไขมันคำนวณจากความสัมพันธ์ของ Boer¹⁴

เพศชาย $LBW = (0.32810 \times W) + (0.33929 \times H) - 29.5336$ กิโลกรัม

เพศหญิง $LBW = (0.29569 \times W) + (0.41813 \times H) - 43.2933$ กิโลกรัม

ΔH คือ ระดับความแตกต่างของค่า CT number ของเนื้อตับก่อนและหลังการได้รับสารทึบรังสีที่ทำให้ เห็นภาพและแยกแยะ

รายละเอียดของเนื้อตับได้ชัดเจนจากการศึกษาคือ 50 HU⁹

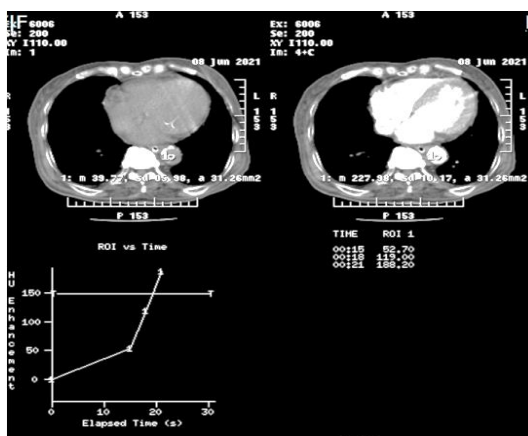
77.9 คือค่า CT number สูงสุดในตับ (Maximum Hepatic Enhancement)⁹

เมื่อ W=น้ำหนักตัวของผู้ป่วย (kg), H=ความสูง (cm) โดยใช้ความเข้มข้นของสารทึบรังสีที่ 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตัวอย่างการคำนวณ เช่น ผู้ป่วยหญิงน้ำหนัก 80 กิโลกรัม สูง 150 cm คำนวณปริมาณสารทึบรังสีตามการตรวจด้วยวิธี fixed delay ได้เท่ากับ 120 มิลลิลิตร เมื่อใช้น้ำหนักแบบไม่รวมไขมันสำหรับการตรวจด้วยวิธี bolus tracking คำนวณปริมาณสารทึบรังสีได้เท่ากับ 91.6 มิลลิลิตร เป็นต้น

การสแกนตรวจด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์

เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการศึกษานี้มีจำนวนตัวรับภาพ (detector) 128 แถว (Revolution Maxima; GE Healthcare) วิธี bolus tracking เลือกโปรแกรมสแกนภาพแบบ dynamic scan ที่ตำแหน่งขอบบนของกระบังลม (diaphragmatic dome) เป็นตำแหน่งเดียวกันกับจุดเริ่มต้นของการสแกนตรวจจริงจะได้ภาพที่แสดงตำแหน่งของหลอดเลือดแดงใหญ่อยู่ใกล้กับกระดูกสันหลังวาง ROI เพื่อวัดค่า CT number ไว้ที่จุดกึ่งกลางของหลอดเลือดแดงใหญ่โดยปรับรูปร่างและขนาดของ ROI ให้เป็นวงกลมขนาดไม่เกิน 1/4 ของขนาดหลอดเลือดแดงใหญ่เลือกโปรแกรมทำ bolus tracking (Smart Prep, GE Healthcare) เพื่อทำการสแกนภาพตามเวลาจริง (real time) กำหนดค่าการสแกนแบบ dynamic

scan ที่ค่าพลังงาน 120 kV, 50 mA ตั้งเวลาการสแกนติดตามผล (monitoring inter scan) ทุก 2 วินาที ตั้งค่าเวลาหน่วงการสแกน (monitoring delay) ที่ 12 วินาทีหลังจากเริ่มฉีดสารทึบรังสี กำหนดค่า CT number สำหรับตรวจจับ (enhancement threshold) ไว้ที่ 150 HU แสดงดังรูปที่ 1 รวมเวลาหน่วงการสแกน (diagnostic delay) อีก 50 วินาทีเริ่มฉีดสารทึบรังสีพร้อมกับเริ่มทำการสแกนแบบ dynamic เมื่อเครื่องสามารถตรวจวัดค่า CT number ได้ถึงระดับและครบกำหนดเวลาหน่วงตามที่ตั้งไว้การสแกนตรวจจะเริ่มโดยอัตโนมัติ ด้วยการสแกนแบบ helical scan ที่พลังงาน 120 kV, เวลาต่อรอบการสแกน (rotation time) 0.8 s., พื้นที่ต่อรอบการสแกน (scan coverage) 40 mm. อัตราส่วนการทับซ้อนของการสแกน (helical pitch) 0.984, การปรับเปลี่ยนค่ากระแสหลอดอัตโนมัติ (mA modulation) 200-450 mA , ความหนาของชิ้นภาพ (slice thickness) 1.25 mm วิธี fixed delay สแกนแบบ helical scan ที่พลังงาน 120 kV, เวลาต่อรอบการสแกน (rotation time) 0.8 s., พื้นที่ต่อรอบการสแกน (scan coverage) 40 mm. อัตราส่วนการทับซ้อนของการสแกน (helical pitch) 0.984 , การปรับเปลี่ยนค่ากระแสหลอดอัตโนมัติ (mA modulation) 200-450 mA , ความหนาของชิ้นภาพ (slice thickness) 1.25 mm. กำหนดเวลาการเริ่ม สแกนภาพที่ 70 วินาทีนับจากเริ่มฉีดสารทึบรังสีเมื่อครบกำหนดเวลาการสแกนตรวจจะเริ่มโดยอัตโนมัติ



รูปที่ 1 แสดงวิธีสแกน Bolus Tracking Technique

การวิเคราะห์ผล

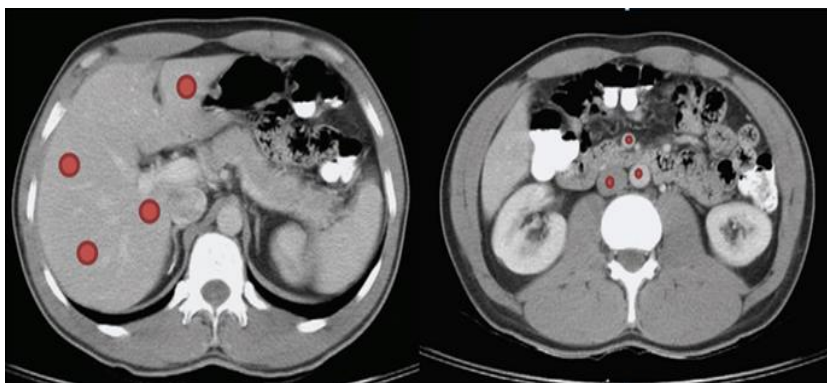
การวิเคราะห์ผลเชิงปริมาณ

ใช้การวัดค่า CT number ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับดูภาพถ่ายรังสี Infinitt viewer® โดยทำการวัดค่าเปรียบเทียบระหว่างวิธี bolus tracking และวิธี fixed delay ที่ตำแหน่งเดียวกันในภาพถ่ายรังสีก่อนและหลังให้สารทึบรังสีจากทั้งสองวิธีการตรวจ

1. การวัดค่า CT number ในเนื้อตับ เลือกภาพตัดขวาง (axial view) ความหนาของชิ้นภาพ (thickness) 1.25 mm. ที่แสดงรายละเอียดกายวิภาคของตับดังนี้ main portal vein, liver right lobe, liver caudate lobe, liver left lobe, falciform ligament วัดค่า CT number ของตับที่ตำแหน่ง left lobe 1 ตำแหน่ง, right lobe 2 ตำแหน่ง, caudate lobe 1 ตำแหน่ง ปรับพื้นที่การวัด (ROI) ให้เป็นวงกลมขนาด

ประมาณ 1 cm^2 หลีกเลี่ยงบริเวณที่มีหลอดเลือดหรือก้อนเนื้องอก นำค่าที่วัดได้ทั้ง 4 ตำแหน่งมาหาค่าเฉลี่ยโดยวัดค่าในตำแหน่งเดียวกันก่อนและหลังการให้สารทึบรังสีทั้งวิธี bolus tracking และวิธี fixed delay บันทึกผล ดังแสดง รูปที่ 2

2. การวัดค่า CT number ในหลอดเลือด¹⁵ เลือกชุดภาพตัดขวาง (axial view) การตรวจด้วยสารทึบรังสีของทั้งสอง protocol ความหนาของชิ้นภาพ (thickness) 1.25 mm. ระดับต่ำกว่าหลอดเลือดดำที่ออกจากไต (renal vein) ทั้งสองข้างสามารถแสดงตำแหน่งหลอดเลือดดำ portal vein, inferior vena cava และหลอดเลือดแดงใหญ่ (aorta) วางตำแหน่ง ROI เพื่อวัดค่า CT number ที่จุดกึ่งกลางของหลอดเลือดทั้งสามโดยปรับรูปร่างให้เป็นวงกลมมีขนาดไม่เกินเส้นผ่านศูนย์กลางของหลอดเลือดวัดค่าแล้วบันทึกผล



รูปที่ 2 แสดงการวางตำแหน่งการวัดค่า CT number ในตับ

การวิเคราะห์ผลเชิงคุณภาพ¹⁶

การประเมินคุณภาพของภาพถ่ายรังสีจาก วิธี bolus tracking และวิธี fixed delay ประเมินโดยรังสีแพทย์ด้านวินิจฉัยของโรงพยาบาลนครพิงค์จำนวน 3 ท่านที่มีประสบการณ์การทำงานไม่น้อยกว่า 5 ปี การประเมินเป็นแบบ blind assessment โดยไม่แจ้งวิธีการตรวจแบ่งเกณฑ์การประเมินเป็น 4 ระดับดังนี้

1. ระดับ 4 ดีเยี่ยม (excellent) ภาพแสดงระดับความแตกต่าง(contrast)ของความขาว-ดำ (density) ระหว่างเนื้อตับ (parenchyma) กับหลอดเลือดในตับ (hepatic vessel) สูงรวมถึงแขนงเล็กๆของหลอดเลือดในตับ(peripheral vascular branches) ชัดเจนและคุณภาพโดยรวมของภาพดีเยี่ยม

2. ระดับ 3 ดี (good) ภาพแสดงความแตกต่าง (contrast) ระหว่างเนื้อตับ (parenchyma) กับหลอดเลือดในตับ(hepatic vessel) รวมถึงแขนงเล็กๆของหลอดเลือดในตับ (peripheral vascular branches) ได้ดีมีคุณภาพเพียงพอในการวินิจฉัย

3. ระดับ 2 ปานกลาง (fair) ภาพแสดงความเข้ม สาระที่บ ร้างสีใน เนื้อ ตับ (parenchyma) และหลอดเลือดในตับ (hepatic vessel) ไม่มากพอ

4. ระดับ 1 ไม่ดี (poor) ภาพแสดงความเข้ม สาระที่บ ร้างสีใน เนื้อ ตับ (parenchyma) และหลอดเลือดในตับ (hepatic vessel) น้อย

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม STATA version 14 ทดสอบการกระจายข้อมูลด้วย Shaprio-Wilk test สถิติพรรณนาที่ใช้อธิบายผลการศึกษาคือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามัธยฐาน และพิสัยควอไทล์ เปรียบเทียบสองกลุ่มที่เป็นอิสระต่อกันโดยใช้สถิติ independent t-test สำหรับตัวแปรที่การกระจายเป็นปกติ และ Wilcoxon's ranksum test สำหรับตัวแปรที่การกระจายไม่ปกติ กำหนดค่าความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ความสำคัญทางสถิติที่ค่า 0.05

ผลการศึกษา

ผู้ป่วยจำนวน 152 รายอยู่ในเกณฑ์คัดออก 2 รายเป็นผู้ป่วยที่มีไขมันในตับสูง (fatty liver) 1 รายและผู้ป่วยที่มีภาวะตับแข็ง

(cirrhosis) 1 ราย มีผู้ป่วยที่ผ่านเกณฑ์ทั้งสิ้น 150 รายแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ตรวจด้วยวิธี bolus tracking ร่วมกับการตั้งเวลาหน่วงการสแกน (scan delay) ไปอีก 50 วินาที กลุ่มที่ 2 ตรวจด้วยวิธีตั้งเวลาหน่วงการสแกน (scan delay) คงที่ 70 วินาที ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างแสดงในตารางที่ 1 กลุ่มวิธีตรวจ bolus tracking เป็นเพศชาย 41 คน เพศหญิง 34 คน อายุเฉลี่ย 64 (SD 11.2) ปี

และน้ำหนักมัธยฐาน 50 (iqr 15) กิโลกรัม น้ำหนักไม่รวมไขมัน Lean body weight ข้อมูลกระจายเป็นโค้งปกติมีค่าเฉลี่ย 42.3 (SD 6.7) กิโลกรัม กลุ่มวิธีตรวจ fixed delay เป็นเพศชาย 42 คน เพศหญิง 33 คน ค่าเฉลี่ยอายุ 52 (SD 13.7) ปี ตัวแปรน้ำหนักมีการกระจายไม่เป็นโค้งปกติแสดงด้วยค่ามัธยฐานเป็น 54 (iqr 18) กิโลกรัม

ตารางที่ 1: ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างจากการตรวจ bolus tracking และ fixed delay

Factor	Scan protocol	
	bolus tracking (n=75) n (%)	fixed delay (n=75) n (%)
Sex, male	41(54.8%)	42(56%)
Sex, female	34(45.3%)	33(44%)
Age (years) mean $\pm$ SD	64 $\pm$ 11.2	52 $\pm$ 13.7
Body weight (kg) median (iqr) (min-max)	50(15)(35 - 88)	54(18)(29 - 145)
Lean body weight (kg) mean $\pm$ SD	42.1 $\pm$ 6.7	-

Note: Fixed delay method is retrospective study uses the body weight for calculate contrast media's volume but bolus tracking method is prospective study uses lean body weight.

การเปรียบเทียบผลเชิงปริมาณของวิธีการตรวจทั้งสองวิธีด้วยสถิติ independent t-test และ Wilcoxon's ranksum test พบว่า ค่าเฉลี่ยของ CT number ของวิธี bolus tracking และวิธี fixed delay มีดังนี้ ในเนื้อตับก่อนได้รับสารทึบรังสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value=0.004) ในเนื้อตับหลังได้รับสารทึบรังสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value=0.004) ในหลอดเลือดดำ inferior vena cava ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value=0.62) ค่ามัธยฐานของ CT number ในหลอดเลือดแดง (aorta) ต่าง

กันอย่างมีนัยสำคัญ (p-value=0.001) ในหลอดเลือดดำของตับ (portal vein) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p-value=0.02) ม้าม (spleen) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p-value=0.005) ผลต่างของค่า CT number ในเนื้อตับก่อน-หลังให้สารทึบรังสีของแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value=0.02) ปริมาณสารทึบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value=0.06) และปริมาณไอโอดีนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value=0.05) ดังแสดงผลไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบผลเชิงปริมาณของการตรวจ bolus tracking และ fixed delay

Measurement object	Scan Protocol		p-value	
	bolus tracking	fixed delay		
Liver parenchyma non contrast (HU)				
mean $\pm$ SD	58.8 $\pm$ 5.9	56 $\pm$ 5.9	0.004	< 0.05
Liver parenchyma with contrast (HU)				
mean $\pm$ SD	113.7 $\pm$ 10.9	107.4 $\pm$ 15	0.004	< 0.05
Inferior vena cava with contrast (HU)				
mean $\pm$ SD	111.6 $\pm$ 19.8	109.8 $\pm$ 22.6	0.62	
Abdominal aorta with contrast (HU)				
median (iqr) (min-max)	154.5(18.9)(120-208)	143.7(27.4)(87.4-254.7)	0.001	< 0.05
Portal vein with contrast (HU)				
median (iqr) (min-max)	153 (19.6)(104.7-227.8)	140.4(33.2)(77.6-250)	0.02	< 0.05
Spleen with contrast (HU)				
median (iqr) (min-max)	117.6(16.6)(94.9-157.2)	111.6(19.9)(78.1-182.3)	0.005	< 0.05
Contrast of liver (pre-post) (HU)				
median (iqr) (min-max)	53.3(13.8)(37.2-84.5)	49.3(17.9)(21.7-96.7)	0.02	< 0.05
Contrast media volume (ml)				
median (iqr) (min-max)	89(23)(64-120)	80(20)(60-120)	0.06	
Iodine dose (mg)				
median (iqr) (min-max)	26.8(6.5)(19.1-39.6)	24(6)(18-36)	0.05	

ตารางที่ 3 แสดงผลการประเมินด้านคุณภาพของภาพถ่ายรังสีทั้ง 2 วิธีโดยรังสีแพทย์ 3 ท่านเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของด้วยสถิติ Wilcoxon's ranksum test ตามตารางที่ 4 พบว่ารังสีแพทย์ท่านที่ 1 เห็นว่าคุณภาพของภาพถ่ายรังสีจากวิธีการตรวจทั้งสองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p-value=0.3 รังสีแพทย์ท่านที่ 2 เห็นว่าคุณภาพของภาพถ่ายรังสีจากวิธีการตรวจทั้ง

สองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p-value=0.01 รังสีแพทย์ท่านที่ 3 เห็นว่าคุณภาพของภาพถ่ายรังสีจากวิธีการตรวจทั้งสองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p-value=0.1 เมื่อนำผลการประเมินของรังสีแพทย์ทั้ง 3 ท่านมาหาค่าเฉลี่ยแล้วเปรียบเทียบพบว่าคุณภาพของวิธีการตรวจทั้งสองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p-value=0.03

ตารางที่ 3 ผลการประเมินด้านคุณภาพของภาพรังสีของการตรวจ bolus tracking และ fixed delay

Grade	bolus tracking (n=75) n (%)			fixed delay (n=75) n (%)		
	Radiologist1	Radiologist2	Radiologist3	Radiologist1	Radiologist2	Radiologist3
Excellent(4)	58(77.3%)	56(74.8%)	31(41.3%)	51(68%)	40(53.3%)	24(32%)
Good(3)	9(12.1%)	14(18.6%)	33(44%)	17(22.6%)	28(37.3%)	33(44%)
Fair(2)	7(9.3%)	5(6.6%)	11(14.7%)	5(6.7%)	5(6.7%)	17(22.7%)
Poor(1)	1(1.3%)	0	0	2(2.7%)	2(2.7%)	1(1.3%)

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบด้านคุณภาพของภาพรังสีของการตรวจ bolus tracking และ fixed delay

Radiologist	Scan Protocol		p-value
	bolus tracking	fixed delay	
Radiologist 1 median (iqr) (min-max)	4(0)(1-4)	4(1)(1-4)	0.3
Radiologist 2 median (iqr) (min-max)	4(1)(2-4)	4(1)(1-4)	0.01 < 0.05
Radiologist 3 median (iqr) (min-max)	3(1)(2-4)	3(1)(1-4)	0.1
Average median (iqr) (min-max)	3.7(0.7)(1.7-4)	3.3(1)(1-4)	0.03 < 0.05

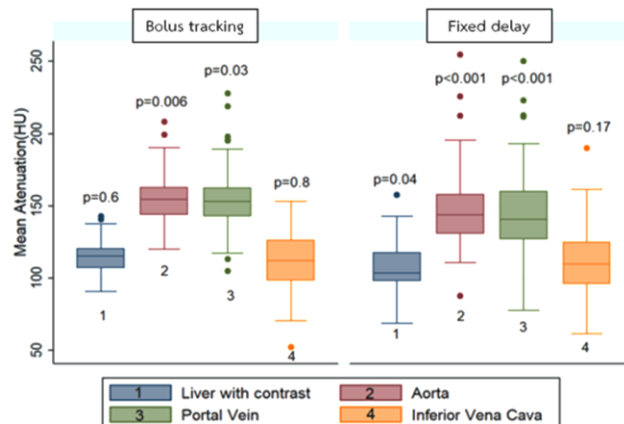
การอภิปรายผล

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเทคนิคการตรวจวินิจฉัยโรคด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ของช่องท้อง portal venous phase ให้มีความแม่นยำ จำเพาะกับลักษณะเฉพาะตัวของผู้ป่วยแต่ละคนและเหมาะสมกับคุณลักษณะของเครื่องที่ใช้งานมากยิ่งขึ้น จากการศึกษาของ Masayuki Kanematsu⁹ และคณะเรื่อง “Portal Venous-Phase CT of the Liver in Patients without Chronic Liver Damage: Does Portal-Inflow Tracking Improve Enhancement and Image Quality” โดยกำหนดตำแหน่งการวาง bolus tracking ในตำแหน่งต่าง ๆ กันพบว่า การวางตำแหน่ง bolus tracking ในหลอดเลือดดำ superior mesenteric vein ให้ความเข้มของสารทึบรังสีในระยะของการตรวจสูงสุดแต่พบข้อผิดพลาดในการวางตำแหน่งการวัดสูงเนื่องจากหลอดเลือดมีขนาดเล็กมีการเคลื่อนไหวขณะหายใจทำให้ตำแหน่งไม่แน่นอนและได้ค่าปริมาณสารทึบรังสี (peak enhancement) ในเนื้อตับไม่สูงเท่าที่ควร การศึกษาของ Matthew Benbow¹⁵ และคณะเรื่อง “Timing of portovenous (hepatic) phase abdominal CT” พบว่า เวลาในการสแกนในระยะ portal venous phase ที่เหมาะสมมีค่าเป็น 2 เท่าของเวลาที่วัดค่า CT. number ในหลอดเลือด aorta ด้วย bolus tracking ถึงระดับที่กำหนด ซึ่งเป็นไปได้ยากในทางปฏิบัติที่จะกำหนดค่าเวลา

ในการสแกนภายหลังจากที่ฉีดสารทึบรังสีไปแล้ว Gary D. Schweiger¹⁶ และคณะได้ทำการศึกษาเรื่อง “Optimizing Contrast Enhancement During Helical CT of the Liver: A Comparison of Two Bolus Tracking Technique” พบว่าวิธีการสแกน (dynamic scan) ติดตามดูการไหลของสารทึบรังสีอย่างต่อเนื่องจนเข้าสู่หลอดเลือด portal vein แล้วเริ่มสแกนตรวจจะเป็นระยะของ portal venous phase มากที่สุดแต่ทำให้ผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีและสารทึบรังสีมากเกินไป จากข้อจำกัดที่พบในงานวิจัยที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบวิธีการตรวจใหม่โดยศึกษาเปรียบเทียบค่าวัดเชิงปริมาณและคุณภาพของภาพรังสีกับเทคนิคการตรวจแบบเดิมพบว่า ในการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ช่องท้องมีอวัยวะเป้าหมายที่สำคัญในการตรวจคือตับ ดังนั้นจึงใช้ภาพของตับในการประเมินคุณภาพของการตรวจโดยรวม ผลการศึกษาในเชิงปริมาณเมื่อเปรียบเทียบการแพร่กระจาย (enhancement) ของสารทึบรังสีในเนื้อตับจากค่า CT number ของทั้งวิธีการตรวจทั้ง 2 พบว่าวิธี bolus tracking มีค่าระหว่าง 90.6 HU ถึง 142.5 HU ค่าเฉลี่ย 113.7 (SD 10.9) HU วิธี fixed delay มีค่าระหว่าง 68.6 HU ถึง 157.5 HU ค่าเฉลี่ย 104.3 (SD 15) ค่าเฉลี่ยของวิธี bolus tracking สูงกว่าวิธี fixed delay อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value=0.004) เมื่อทดสอบการกระจายข้อมูลด้วย Shapiro and Wilk test ของตัวแปรปริมาณที่ใช้วัดคุณภาพของการตรวจคือ

ค่า CT number ในเนื้อตับที่ได้รับสารทึบรังสี หลอดเลือดแดง aorta หลอดเลือดดำ portal vein และหลอดเลือดดำ inferior vena cava พบว่าวิธี bolus tracking มีการกระจายตัวอยู่

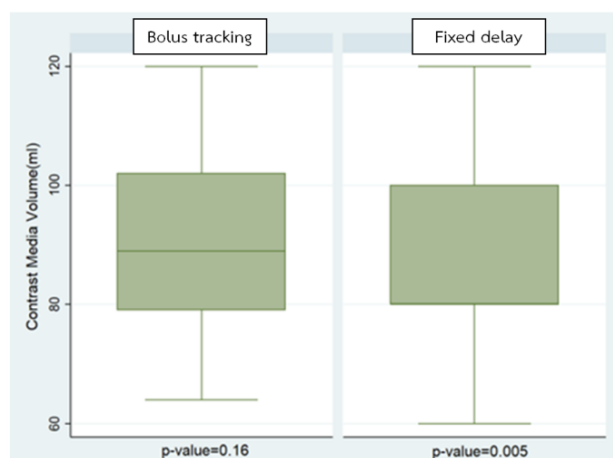
ในระดับสูงและสม่ำเสมอกว่าวิธี fixed delay แสดงให้เห็นว่าการตรวจด้วยวิธี bolus tracking อยู่ในระยะ portal venous phase มากกว่าวิธี fixed delay ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบการกระจายของค่าวัด CT numberของการตรวจ bolus tracking และ fixed delay

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณการใช้สารทึบรังสีพบว่าทั้งสองวิธีการตรวจไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p-value=0.06) แต่เมื่อทดสอบการกระจายของข้อมูลพบว่าวิธี bolus tracking (p-value=0.2) มีการกระจายตัวที่

สม่ำเสมอกว่าวิธี fixed delay (p-value=0.004) แสดงให้เห็นว่าการใช้สารทึบรังสีในวิธี bolus tracking มีความจำเพาะกับน้ำหนักตัวมากกว่าวิธี fixed delay แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบการกระจายของปริมาณการใช้สารทึบรังสีของการตรวจ bolus tracking และ fixed delay

ดังนั้นการใช้น้ำหนักของผู้ป่วยชนิดไม่รวมไขมันมาคำนวณปริมาณสารทึบรังสีตามวิธีที่ใช้ในการศึกษาจึงมีความเหมาะสมกับตัวผู้ป่วยมากกว่าการใช้น้ำหนักโดยรวมมาคำนวณปริมาณด้วยวิธีการเดิม ในด้านคุณภาพโดยการประเมินของรังสีแพทย์ทั้ง 3 ท่านพบว่าค่ามัธยฐานของผลการประเมินคุณภาพโดยเฉลี่ยวิธี bolus tracking เท่ากับ 3.7 (0.7) มากกว่าวิธี fixed delay ที่มีค่าเท่ากับ 3.3 (1) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p\text{-value}=0.03$

สิ่งที่ได้จากการศึกษาวิจัยนี้คือ เวลาในการสแกนตรวจที่แม่นยำสัมพันธ์กับอัตราการไหลเวียนโลหิตและพยาธิสภาพของผู้ป่วยทำให้ภาพถ่ายรังสีสามารถแสดงรายละเอียดทางกายวิภาคและพยาธิสภาพได้ตรงตามที่แพทย์ต้องการรวมถึงการได้ปริมาณสารทึบรังสีที่เหมาะสมกับผู้ป่วยแต่ละราย ไม่มากหรือน้อยเกินไปโดยเฉพาะในผู้ป่วยที่ดัชนีมวลกายสูงหรือมีภาวะอ้วน จากผลการศึกษาทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพแสดงให้เห็นว่าวิธีการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ช่องท้อง Porto-Venous Phase ด้วยวิธี bolus tracking ดีกว่าวิธี fixed delay ที่ใช้อยู่เดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

วิธีการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ช่องท้อง Porto-Venous Phase ด้วยเทคนิค bolus tracking เป็นวิธีที่ช่วยเพิ่มความแม่นยำของเวลาในการสแกนภาพรวมถึงการให้ปริมาณสารทึบรังสีที่เหมาะสมอาจมีความยุ่งยากและเพิ่มขึ้นตอน ระยะเวลาในการเตรียมตรวจมากขึ้นแต่ก็มีความจำเป็น

โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับกลุ่มผู้ป่วยที่มีพยาธิสภาพของระบบไหลเวียนโลหิตและมีค่าดัชนีมวลกายสูง ประกอบกับการใช้วิธีการตรวจเดิมมีการใช้ปริมาณสารทึบรังสีที่ไม่จำเพาะกับลักษณะเฉพาะตัวของผู้ป่วยรวมถึงกำหนดเวลาของการสแกนตรวจไม่สอดคล้องกับลักษณะทางกายวิภาคและพยาธิสภาพ ดังนั้นวิธีการตรวจที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นโดยอาศัยพื้นฐานจากงานศึกษาวิจัยต่างๆ มาทดสอบและบูรณาการรวมกับเทคนิควิธีการที่คิดค้นเพิ่มเติมจึงมีความเหมาะสมกับการใช้งานตามคุณลักษณะของเครื่องที่ใช้และบริบทของหน่วยงาน สิ่งสำคัญที่จะช่วยลดระยะเวลาในการเตรียมการตรวจด้วยวิธีนี้ลงผู้ปฏิบัติงานควรเก็บข้อมูลต่างๆของผู้ป่วยให้ครบถ้วนแล้วนำมาคำนวณปริมาณสารทึบรังสีไว้ล่วงหน้าตามวิธีที่กล่าวมาก่อนทำการตรวจจะช่วยให้การบริการผู้ป่วยทำได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

หลักการและวิธีการใช้สารทึบรังสีอาจเปลี่ยนแปลงไปตามความเข้มข้นของไอโอดีน อัตราการให้สารทึบรังสี โดยเฉพาะระยะเวลาของการตรวจที่เหมาะสม ซึ่งอาจจำเป็นต้องเพิ่มกลุ่มทดลองเพื่อปรับเปลี่ยนปัจจัยต่างๆให้มากขึ้นเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่มีความจำเพาะกับผู้ป่วยมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้แนวคิดจากการศึกษาวิจัยในส่วนของการให้สารทึบรังสีนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ของอวัยวะอื่นๆเพื่อให้ภาพถ่ายรังสีสามารถแสดงระดับความแตกต่างของสารทึบรังสี (contrast enhancement) ตามที่ต้องการ

เอกสารอ้างอิง

1. โรงพยาบาลนครพิงค์. รายงานประจำปี พ.ศ 2563 [อินเทอร์เน็ต]. เชียงใหม่: โรงพยาบาลนครพิงค์; 2564 [เข้าถึงเมื่อ 15 กรกฎาคม 2564]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.nkp-hospital.go.th/th/dnFile/Report2563.pdf>
2. โรงพยาบาลนครพิงค์, กลุ่มงานรังสีวิทยา. รายงานสถิติการให้บริการผู้ป่วยกลุ่มงานรังสีวิทยา โรงพยาบาลนครพิงค์ ปีพ.ศ. 2561. เชียงใหม่: โรงพยาบาลนครพิงค์; 2561
3. โรงพยาบาลนครพิงค์, กลุ่มงานรังสีวิทยา. รายงานสถิติการให้บริการผู้ป่วยกลุ่มงานรังสีวิทยา โรงพยาบาลนครพิงค์ ปีพ.ศ. 2562. เชียงใหม่: โรงพยาบาลนครพิงค์; 2562.
4. โรงพยาบาลนครพิงค์, กลุ่มงานรังสีวิทยา. รายงานสถิติการให้บริการผู้ป่วยกลุ่มงานรังสีวิทยา โรงพยาบาลนครพิงค์ ปีพ.ศ. 2563. เชียงใหม่: โรงพยาบาลนครพิงค์; 2563.
5. เมลิสสา พันธุ์เมธิร์. แนวปฏิบัติการใช้สารทึบรังสีของกลุ่มงานรังสีวิทยา โรงพยาบาลนครพิงค์ 2563. เชียงใหม่: โรงพยาบาลนครพิงค์; 2563
6. Federle MP, Rosado-de-Christenson ML, Raman SP, Carter BW, Woodward PJ, Shaaban AM. Imaging Anatomy: Chest, Abdomen, Pelvis. 2nd ed. Salt Lake City, UT: Elsevier; 2016.
7. Burgener FA, Herzog C, Meyers SP, Zaunbauer W. Differential diagnosis in computed tomography. 2nd ed. Switzerland: Thieme; 2011.
8. Bae KT. Intravenous contrast medium administration and scan timing at CT: considerations and approaches. Radiology. 2010;256(1):32-61. doi: 10.1148/radiol.10090908.
9. Kondo H, Kanematsu M, Goshima S, Tomita Y, Kim MJ, Moriyama N, et al. Body size indexes for optimizing iodine dose for aortic and hepatic enhancement at multi detector CT: comparison of total body weight, lean body weight, and blood volume. Radiology. 2010;254(1):163-9. doi: 10.1148/radiol.09090369.
10. Krombach GA, Mahnken AH. Body Imaging: Thorax and Abdomen: Anatomical Landmarks, Image Findings, Diagnosis. Germany: Thieme; 2018.
11. Kanematsu M, Watanabe H, Kondo H, Goshima S, Kawada H, Noda Y. Portal venous-phase CT of the liver in patients without chronic liver damage: does portal-inflow tracking improve enhancement and image quality?. Open Journal of Radiology. 2013;3:112-6. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/275999676>
12. Goshima S, Kanematsu M, Kondo H, Yokoyama R, Miyoshi T, Nishibori H, et al. MDCT of the liver and hypervascular hepatocellular carcinomas: optimizing scan delays for bolus-tracking techniques of hepatic arterial and portal venous phases. AJR Am J Roentgenol. 2006;187(1):W25-32. doi: 10.2214/AJR.04.1878.
13. Rosner B. Fundamentals of Biostatistics. 5th ed. England: Duxbury Press; 1999.

14. Boer P. Estimated lean body mass as an index for normalization of body fluid volumes in humans. *Am J Physiol.* 1984;247(4 Pt 2):F632-6. doi: 10.1152/ajprenal.1984.247.4.F632
15. Benbow M, Hennessy N, Vitale C. Timing of portovenous (hepatic) phase abdominal CT [Internet]. London: RAD Magazine [cited 2021 Feb 15]. Available from: <https://www.radmagazine.co.uk/scientific-article/timing-of-portovenous-hepatic-phase-abdominal-ct/january-2019-timing-of-portovenous-hepatic-phase-abdominal-ct-matthew-benbow>
16. Schweiger GD, Chang PJ, Brown BP. Optimizing contrast enhancement during helical CT of the liver: a comparison of two bolus tracking techniques. *AJR Am J Roentgenol.* 1998;171(6):1551-8. doi: 10.2214/ajr.171.6.9843287.