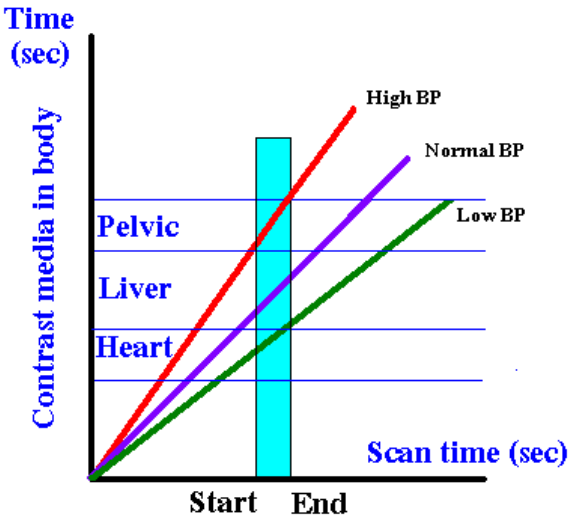
Bolus tracking คือ อะไร

รศ.เพชรากร หาญพานิชย์

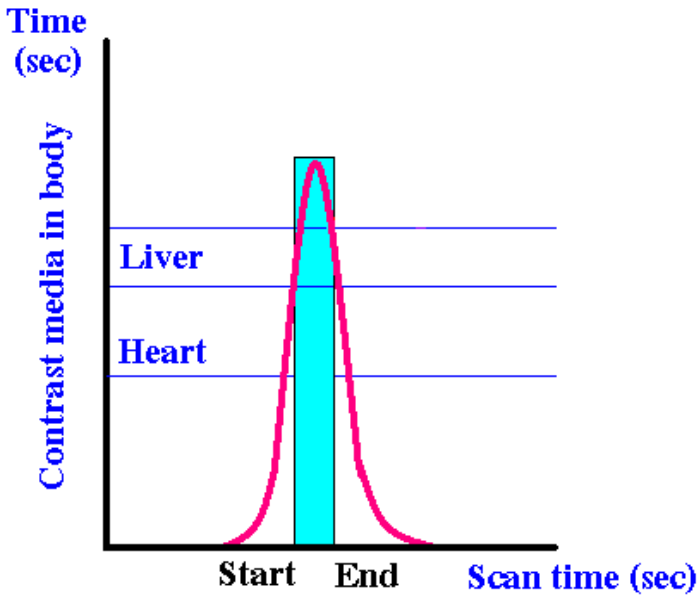
ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การตรวจวินิจฉัยด้วยเครื่องสร้างภาพทางการแพทย์ โดยเฉพาะกับเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (Computed Tomography) บางครั้งมีความจำเป็นต้องฉีดสารทึบรังสี (Contrast media) เข้าหลอดเลือด เพื่อทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างสีขาวเทาดำ (Contrast) ในภาพที่สนใจศึกษาหรือวินิจฉัย ทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของพยาธิสภาพหรือรอยโรคได้ชัดเจนมากขึ้น แต่ปัญหาหนึ่งที่มักจะพบคือ เมื่อมีการฉีดสารทึบรังสีเข้าไปในร่างกายผู้รับบริการ ความสามารถในการสแกน (Scan) ให้มีความสอดคล้องหรือสัมพันธ์กับช่วงเวลาและปริมาณของสารทึบรังสีเข้าสู่ตำแหน่งของอวัยวะที่สนใจได้มากที่สุดหรืออย่างเหมาะสม ทำได้แตกต่างกันในผู้รับบริการที่มีแรงดันเลือดหรือพยาธิสภาพต่างกัน ตัวอย่างเช่น ในผู้รับบริการที่มีแรงดันเลือดแตกต่างกัน เมื่อฉีดสารทึบรังสีเข้าสู่ร่างกายแล้ว สารทึบรังสีจะไปสู่เป้าหมายหรืออวัยวะที่สนใจของได้เร็วหรือช้าต่างกัน หากนักรังสีเทคนิคผู้ควบคุมเครื่อง กำหนดระยะเวลาสแกนหลังจากฉีดสารทึบรังสีเข้าหลอดเลือดที่เท่ากัน จะทำให้ภาพที่ปรากฏมีคุณภาพที่สามารถเอาไปวินิจฉัยโรคได้แตกต่างกัน



ภาพที่ 1 แสดงแผนภูมิเปรียบเทียบระยะเวลาที่สารทึบรังสีที่ผ่านเข้าไปในร่างกายในผู้รับบริการที่มีแรงดันเลือดแตกต่างกัน สำหรับการตรวจวินิจฉัยตับ เมื่อใช้เวลาสแกน จากเริ่มต้นถึงสิ้นสุด ในเวลาเดียวกัน (แท่งสี่เหลี่ยม) พบว่า ผู้รับบริการที่มีแรงดันเลือดสูง ได้รับการสแกนในช่วงเวลาที่สารทึบรังสีเข้าสู่ตับไปสู่ช่องท้องส่วนล่าง ล่าช้ากว่าตามความต้องการ ผู้รับบริการที่มีแรงดันเลือดปกติ ได้รับการสแกนในช่วงเวลาที่สารทึบรังสีเข้าสู่ตับ ตรงความต้องการ และ ผู้รับบริการที่มีแรงดันเลือดต่ำ ได้รับการสแกนในช่วงเวลาที่สารทึบรังสีเข้าสู่หัวใจ ทำให้ภาพที่ปรากฏของผู้รับบริการที่มีแรงดันเลือดสูงและแรงดันต่ำ ไม่ได้คุณภาพตามที่ต้องการ เนื่องจากสารทึบรังสีไหลผ่านช่วงอวัยวะที่สนใจในช่วงที่สแกนเร็วและล่าช้ากว่าความต้องการ

ดังนั้นบริษัทผู้ผลิตเครื่องสร้างทางการแพทย์ จึงได้สร้างโปรแกรมพิเศษที่เรียกว่า **Bolus tracking** ขึ้นมา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานของเครื่องมือสร้างภาพทางการแพทย์ ให้สามารถสแกนหรือสร้างภาพที่สอดคล้องสัมพันธ์กับระยะเวลาของการฉีดสารทึบรังสีที่ผ่านเข้าหลอดเลือดหรือเข้าสู่อวัยวะ โดยเฉพาะในช่วงที่มีปริมาณสารทึบรังสีสูงที่สุด (peak enhancement) ซึ่งจะทำให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อประโยชน์ในการวินิจฉัยโรค



ภาพที่ 2 แสดงช่วงที่มีปริมาณสารทึบรังสีสูงที่สุด (peak enhancement) เข้าสู่อวัยวะที่ต้องการ (ในที่นี้ คือ ตับ) ได้สัมพันธ์กับระยะเวลาในการสแกนตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการสแกนตามที่ต้องการ เพื่อประโยชน์ในการวินิจฉัยโรค

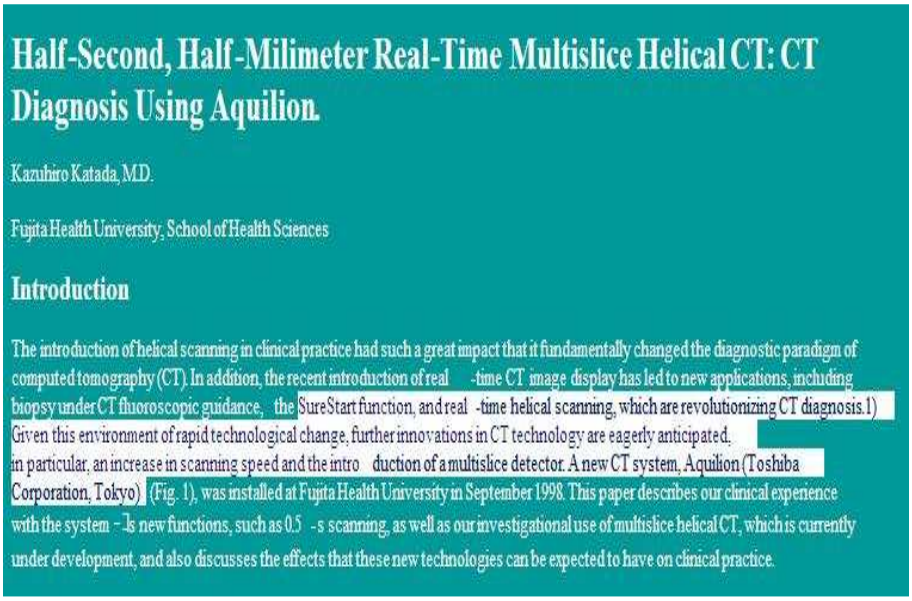
ชื่อของโปรแกรมพิเศษนี้ อาจจะมีชื่อเรียกใช้งานที่แตกต่างกันไปตามบริษัทผู้ผลิต เช่น

Siemens และ Philips เรียกว่า **Care Bolus** หรือ **Bolus Tracking** [1-3]

โดยคำว่า CARE ก็มาจาก Combined Application Reduce Exposure

ส่วน **Toshiba** เรียกว่า **Sure Start** [4]

GE healthcare เรียกว่า **Smart Prep** [5]



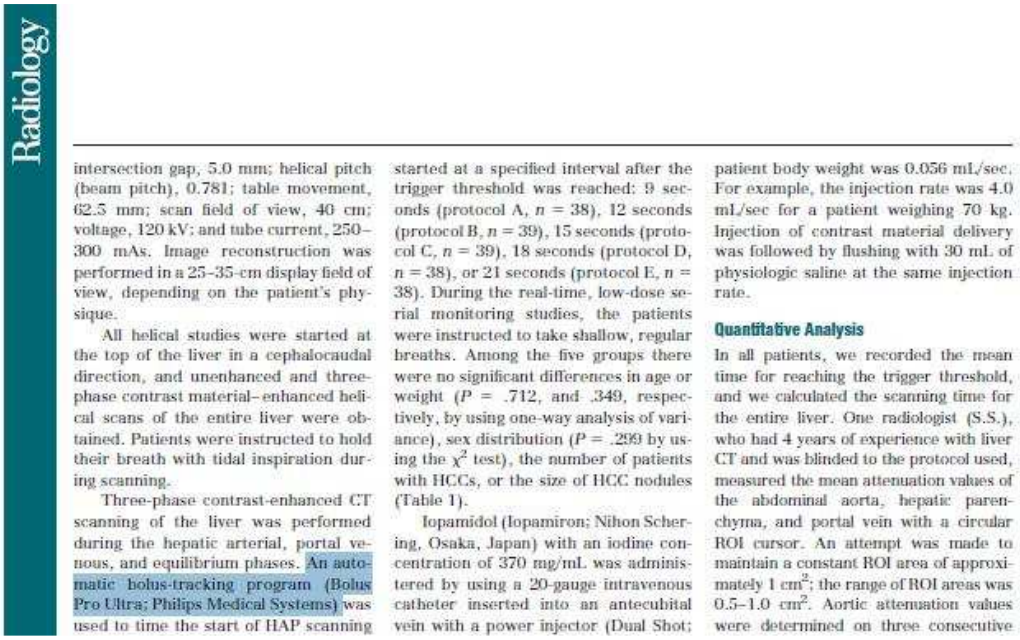
Half-Second, Half-Milimeter Real-Time Multislice Helical CT: CT Diagnosis Using Aquilion.

Kazuhiro Katada, M.D.

Fujita Health University, School of Health Sciences

Introduction

The introduction of helical scanning in clinical practice had such a great impact that it fundamentally changed the diagnostic paradigm of computed tomography (CT). In addition, the recent introduction of real -time CT image display has led to new applications, including biopsy under CT fluoroscopic guidance, the SureStart function, and real -time helical scanning, which are revolutionizing CT diagnosis.1) Given this environment of rapid technological change, further innovations in CT technology are eagerly anticipated, in particular, an increase in scanning speed and the intro duction of a multislice detector. A new CT system, Aquilion (Toshiba Corporation, Tokyo) (Fig. 1), was installed at Fujita Health University in September 1998. This paper describes our clinical experience with the system - ls new functions, such as 0.5 - s scanning, as well as our investigational use of multislice helical CT, which is currently under development, and also discusses the effects that these new technologies can be expected to have on clinical practice.



Radiology

intersection gap, 5.0 mm; helical pitch (beam pitch), 0.781; table movement, 62.5 mm; scan field of view, 40 cm; voltage, 120 kV; and tube current, 250–300 mAs. Image reconstruction was performed in a 25–35-cm display field of view, depending on the patient's physique.

All helical studies were started at the top of the liver in a cephalocaudal direction, and unenhanced and three-phase contrast material–enhanced helical scans of the entire liver were obtained. Patients were instructed to hold their breath with tidal inspiration during scanning.

Three-phase contrast-enhanced CT scanning of the liver was performed during the hepatic arterial, portal venous, and equilibrium phases. An automatic bolus-tracking program (Bolus Pro Ultra; Philips Medical Systems) was used to time the start of HAP scanning started at a specified interval after the trigger threshold was reached: 9 seconds (protocol A, $n = 38$), 12 seconds (protocol B, $n = 39$), 15 seconds (protocol C, $n = 39$), 18 seconds (protocol D, $n = 38$), or 21 seconds (protocol E, $n = 38$). During the real-time, low-dose serial monitoring studies, the patients were instructed to take shallow, regular breaths. Among the five groups there were no significant differences in age or weight ($P = .712$, and .349, respectively, by using one-way analysis of variance), sex distribution ($P = .299$ by using the χ^2 test), the number of patients with HCCs, or the size of HCC nodules (Table 1).

Iopamidol (Iopamiron; Nihon Schering, Osaka, Japan) with an iodine concentration of 370 mg/mL was administered by using a 20-gauge intravenous catheter inserted into an antecubital vein with a power injector (Dual Shot; patient body weight was 0.056 mL/sec. For example, the injection rate was 4.0 mL/sec for a patient weighing 70 kg. Injection of contrast material delivery was followed by flushing with 30 mL of physiologic saline at the same injection rate.

Quantitative Analysis

In all patients, we recorded the mean time for reaching the trigger threshold, and we calculated the scanning time for the entire liver. One radiologist (S.S.), who had 4 years of experience with liver CT and was blinded to the protocol used, measured the mean attenuation values of the abdominal aorta, hepatic parenchyma, and portal vein with a circular ROI cursor. An attempt was made to maintain a constant ROI area of approximately 1 cm^2; the range of ROI areas was 0.5–1.0 cm^2. Aortic attenuation values were determined on three consecutive

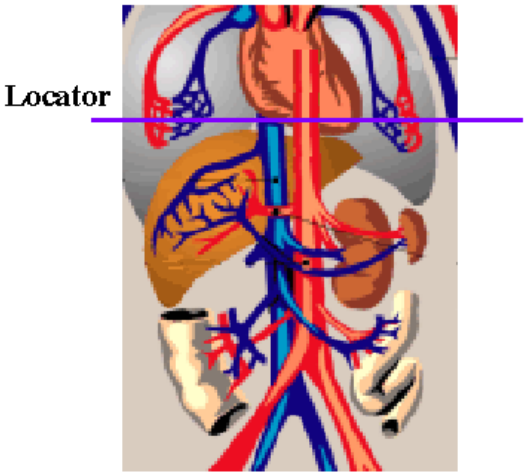
ภาพที่ 3 แสดงชื่อเรียกของโปรแกรม Bolus tracking ของบริษัทผู้ผลิตที่ใช้สำหรับเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ ซึ่งภาพเหล่านี้คัดแปลงภาพจากเอกสารของ Siemens, Radiology Journal, GE Healthcare, and Fujita Health University.

หลักการทำงานของโปรแกรม

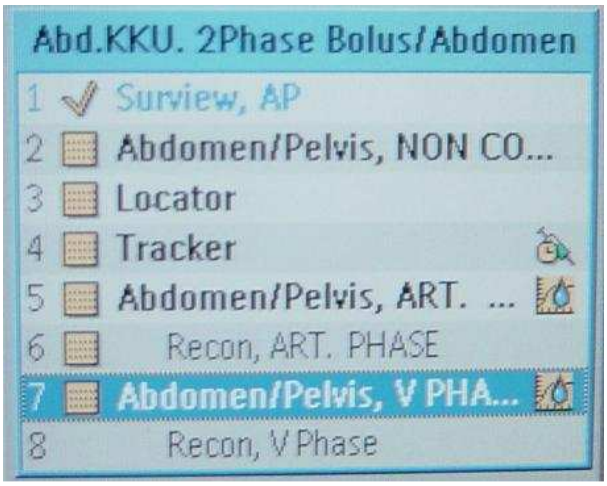
1. เริ่มต้นจากการสร้างภาพที่ใช้สำหรับการวางแผนการตรวจ (Scout , Topogram , Surview) ตามด้วยภาพตัดขวาง (cross section) ตามขั้นตอนปกติ หรือที่เรียกกันว่า **pre contrast**

2. จากนั้น ให้เลือกตำแหน่งของที่จะตรวจจับสารทึบรังสีที่ผ่านเข้าไปในหลอดเลือด ตำแหน่งนี้เราจะเรียกว่า **Locator scan** (เส้นที่ศรชี้ : ตำแหน่งนี้ อาจกำหนดแบบที่เป็น ตัวเลข หรือ แบบเส้น)

ภาพที่ 4 แสดงการตรวจช่องท้องส่วนบน เลือกตำแหน่งของ Locator (เส้นที่ศรชี้) ที่ใช้กำหนดตำแหน่งสำหรับการสแกนภาพออกมาเป็นภาพตัดขวาง สำหรับวาง cursor เพื่อกำหนดค่าตามขอบเขตที่ต้องการ (Threshold) โดยกำหนดจากค่า CT number หรือ Hound field unit : HU

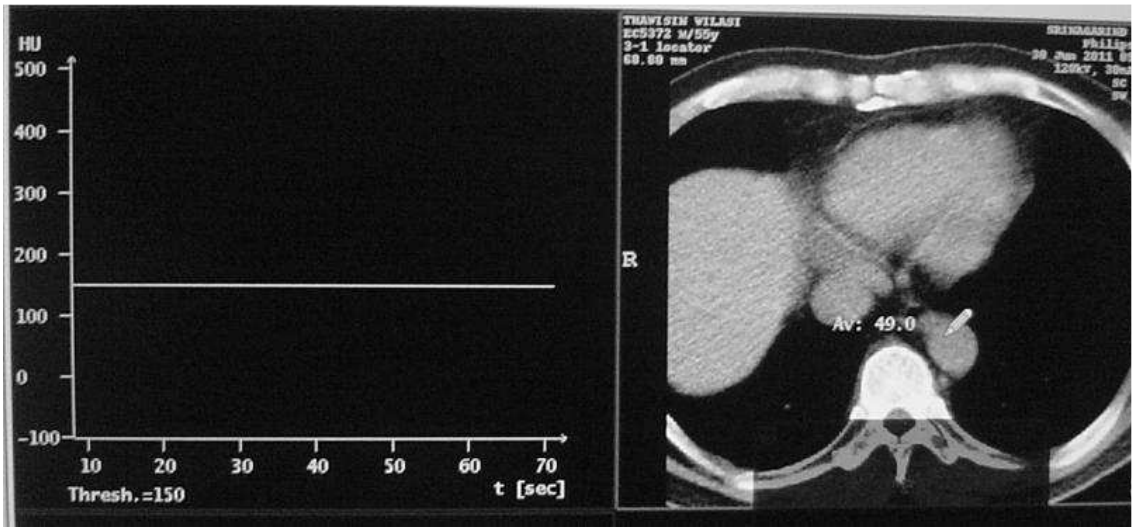


ภาพที่ 5 การวาง Locator มักว่าที่ตำแหน่งต้นทางก่อนที่เลือดจะไหลไปสู่อวัยวะที่สนใจ ตัวอย่างในภาพ หากสนใจตรวจตับ จะวาง locator ที่หลอดเลือดแดงก่อนที่จะเข้าตับเล็กน้อย



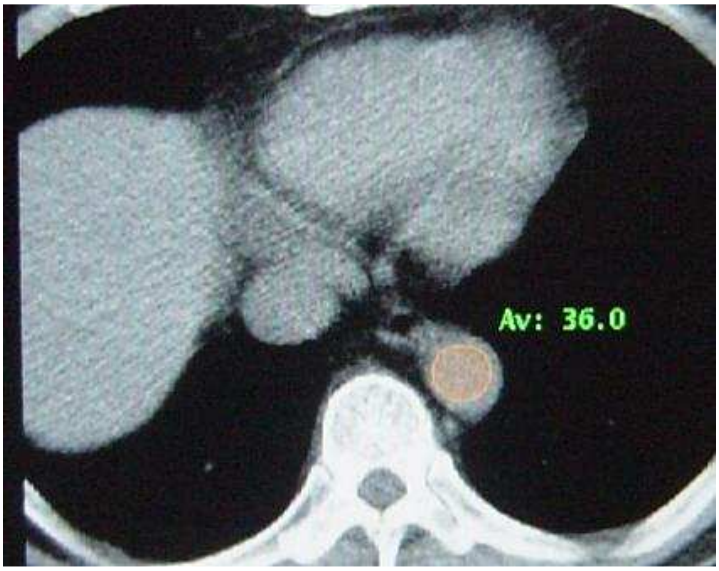
ภาพที่ 6 ตัวอย่างโปรแกรมที่มีการใช้ Bolus tracking ตามโปรโตคอลการตรวจช่องท้องที่เลือกไว้

3. เมื่อสแกนภาพตามตำแหน่ง Locator ที่เลือกไว้ จะปรากฏภาพตัดขวางที่มุมขวามือ



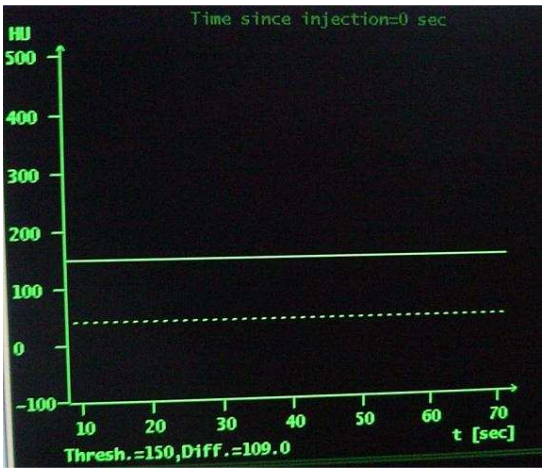
ภาพที่ 7 ภาพตัดขวางที่ปรากฏตาม Locator ที่เลือกไว้

4. จากนั้นให้ใช้ Cursor เลือกตำแหน่งที่บริเวณหลอดเลือด ที่คาดว่าสารทึบรังสีจะผ่านเข้ามาในบริเวณนั้น โดยมากภาพที่เลือก จะเป็นภาพที่สารทึบรังสีไหลเข้าที่เป็นหลอดเลือดต้นทางที่จะไหลเข้าสู่อวัยวะที่สนใจ วิธีการเลือกตำแหน่ง ทำได้โดยใช้ Cursor กำหนดพื้นที่ขนาดประมาณ 3/4 ของหลอดเลือด โดยปกติจะเลือกเป็น **ทรงกลม** ณ จุดที่สนใจ (ROI : Region of interest)

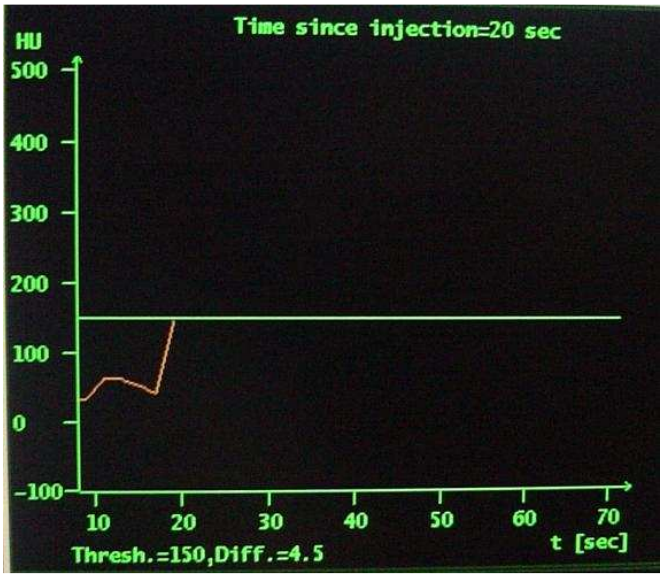


ภาพที่ 8 แสดงภาพการใช้ Cursor เลือกพื้นที่เป็นทรงกลม ณ ตำแหน่งหลอดเลือดแดงบริเวณช่องท้อง

5. ให้กำหนดค่าตัวเลขซีที (CT Number หรือ Hounds field unit : HU) โดยปกติกำหนดค่าที่ใช้ประมาณ 80-150 HU ขึ้นอยู่กับชนิดของสารทึบรังสีหรือเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ที่ใช้งาน
6. ทำการฉีดสารทึบรังสี โดยปกติจะใช้เครื่องฉีดสารทึบรังสีแบบอัตโนมัติ (power injection) แต่บางครั้งสามารถฉีดโดยตรงจากมือ (manual injection) พร้อมกับการสแกน ช่วงนี้จะเรียก **Tracker** เครื่องจะสแกนเป็นช่วงๆ โดยใช้ปริมาณรังสีที่ต่ำๆ เพื่อลดความเสี่ยงภัยจากรังสีแก่ผู้รับบริการ



ภาพที่ 9 แสดงการกำหนด Threshold ไว้ที่ 150 HU



ภาพที่ 10 แสดงค่า Hound filed ที่ค่อยๆ เพิ่มขึ้น ตามเวลาที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณของสารทึบรังสีค่อยๆไหลผ่านเข้าหลอดเลือด ณ บริเวณ ROI ที่กำหนดไว้ เมื่อค่า Hound filed เท่ากับ ค่า Threshold ที่ตั้งไว้แล้ว เครื่องจะเริ่มสแกนตามโปรโตคอล (Protocol) ที่กำหนดไว้

ภาพที่ 11 แสดงภาพตัดขวางที่มีความแตกต่างของสีขาว เทา และ ดำ (ศรชี้) เนื่องจากปริมาณของสารทึบรังสีมีความเหมาะสมสามารถไหลผ่านเข้าอวัยวะที่สนใจสอดคล้องกับช่วงเวลาในการสแกน ทำให้ภาพที่เกิดขึ้นเป็นประโยชน์และสามารถนำไปวินิจฉัยโรคได้ดีขึ้น

สรุป

1. Bolus tracking คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบมาใช้ในการทำงานของเครื่องมือสร้างภาพทางการแพทย์ ที่ช่วยให้สามารถสแกนหรือสร้างภาพที่สอดคล้องสัมพันธ์กับระยะเวลาของการฉีดสารทึบรังสีที่ผ่านเข้าหลอดเลือดหรือเข้าสู่อวัยวะที่สนใจศึกษาในร่างกายผู้รับบริการ ในช่วงที่มีปริมาณสารทึบรังสีสูงที่สุด (peak enhancement) ตามที่ต้องการ เพื่อประโยชน์ในการวินิจฉัยโรค
2. การกำหนดค่า Hound field unit ที่เหมาะสม สามารถช่วยให้การสแกนได้ภาพที่ดี ช่วยให้แสดงความแตกต่างกันของสีขาวเทาดำในภาพ เพื่อใช้ประโยชน์ในการแยกความแตกต่างของพยาธิภาพที่ปกติและผิดปกติได้ดีขึ้น
3. ผู้ใช้งาน หรือผู้ควบคุมเครื่อง ควรทำความเข้าใจในขั้นตอนทำงาน เพื่อให้สามารถใช้เครื่องได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. **Siemens Somatom sessions** : “ CARE Bolus : Automatic Bolus Tracking ”. Florian Mehnert, MD Department of Diagnostic Radiology, University of Tuebingen, Hoppe-Seyler-Strasse 3, D-72076 Tuebingen, Germany.
2. http://www.medical.siemens.com/siemens/en_GB/gg_ct_FBAs/files/somatomworld/somatom_sessions/SOMATOM_Sessions_9.pdf
3. **Philips** : Instructions for use , Brilliance iCT, Vol 1 , Philips medical systems Nederland B.V. Bolus tracking 10-1.
4. **Sure Start** : A function for optimized contrast medium timing in the CT, F. Capell, A. Wieschen, P. Huppert Department of Diagnostit Radiolögy and Nuclear Medidne, Darmstadt Community Hospital.
5. http://www.gehealthcare.com/usen/eflextrials/ct/products/eflx_hsnxi_smartprep.html