

## วิธีการตรวจ CTA Head and Neck ด้วยเทคนิค Dual Energy Subtraction CTA (DENSA)

ศาสตราจารย์ ธรรมกิติพันธ์ วท.บ. (รังสีเทคนิค)  
ศุภวรรณ จิระพงศ์ วท.บ. (รังสีเทคนิค)  
วิมลรัตน์ หล่อนิมิตดี วท.บ. (รังสีเทคนิค)

### เรื่องย่อ

Dual ENergy Subtraction CTA ( DENSA ) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการตรวจหลอดเลือดแดงสมองในส่วนของศีรษะและลำคอ โดยการใช้ค่าพลังงานที่ต่างกันสองค่าในการเพิ่มความแตกต่างของ contrast ของเนื้อเยื่อที่อยู่ติดกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งหลอดเลือดแดงที่อยู่ติดกับกระดูกบริเวณฐานกะโหลกศีรษะ ดังนั้น DENSA จึงถือเป็นกระบวนการตรวจที่ให้ความสะดวก รวดเร็ว ปลอดภัย และมีความถูกต้อง แม่นยำในการตรวจหลอดเลือดแดงสมองและลำคอ

### Abstract

#### Dual Energy Subtraction CTA (DENSA) for Head and Neck

*Sastrawut Thammakithphan, Supawan Jiwapong, Wimonrat Lornimitdee*

Department of Radiology, Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University, Bangkok 10170

This technique aimed at developing method for easy image reconstruction in 3D visualization of cerebral vascular from Computerized tomographic angiography (CT angiography or CTA), the modality of choice for visualized of vascular anatomy and the adjacent bony structures close to the skull base. It is faster, less-invasive, less complications, more accurately and it's not as expensive. Additionally, three-dimensional reformatting allows for excellent appreciation of anatomic relationships between bones, soft tissues, and the vascular system.

\*ภาควิหารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

## บทนำ

### Dual Energy Subtraction Angiography (DENSA)

การสร้างภาพของหลอดเลือดแดงสมองในส่วนของบริเวณศีรษะและลำคอนั้นมีความยุ่งยากซับซ้อนในการสร้างภาพเส้นเลือดสามมิติ (3D visualization) เนื่องจากค่า Hounsfield Unit (HU) ในส่วนของกระดูกและสารทึบรังสีที่ฉีดเข้าไปในเส้นเลือดนั้นมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการสร้างภาพหลอดเลือดให้เห็นเพียงหลอดเลือดแดงที่ชัดเจน การสร้างภาพหลอดเลือดในส่วนของบริเวณศีรษะและลำคอจะใช้วิธีการสร้างแบบ Volume segmentation ซึ่งได้แก่วิธีการปรับ threshold, วิธีการ Add structure หรือวิธีการ auto select นั้นทุกวิธีไม่สามารถสร้างภาพให้เห็นเพียงหลอดเลือดเพียงอย่างเดียวได้ แต่พบว่ามีส่วนของกระดูกที่อยู่ติดกับหลอดเลือดปะปนมาด้วย ดังนั้นการสร้างภาพดังกล่าวจึงต้องอาศัยผู้ที่มีความชำนาญสูงเป็นอย่างมาก ถึงจะสามารถสร้างภาพหลอดเลือดที่ชัดเจนได้ตามต้องการ

ด้วยสาเหตุดังกล่าว เทคนิค DENSA จึงถือเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งเพื่อใช้ในการตรวจหลอดเลือดแดง

ในส่วน of ศีรษะและลำคอ เพื่อให้ง่ายต่อการสร้างภาพให้เห็นเฉพาะหลอดเลือดแดงเพียงอย่างเดียว ไม่มีส่วนของกระดูกมาปะปน

DENSA อาศัยคุณสมบัติการดูดกลืนรังสีของเนื้อเยื่อต่างๆ จะขึ้นอยู่กับค่าความต่างศักย์สูงสุดที่ใช้ในการเร่งอนุภาคอิเล็กตรอนจากไส้หลอดให้วิ่งไปยังเป้าทังสเตนของหลอดเอกซเรย์เพื่อผลิตเอกซเรย์ (kVp) เมื่อฉีดสารทึบรังสีเข้าไปในหลอดเลือด สารทึบรังสีที่ฉีดเข้าร่างกายนั้นจะมีค่าการดูดกลืนรังสีสูงที่สุดเมื่อเทียบกับเนื้อเยื่อที่อยู่ติดกัน จึงทำให้สามารถเห็นสารทึบรังสีในหลอดเลือดได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยเฉพาะเมื่อเลือกใช้ค่าความต่างศักย์สูงสุดที่ต่ำ แต่ในส่วน of กระดูกนั้นจะมีค่าการดูดกลืนรังสีแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แม้จะเลือกใช้ค่าความต่างศักย์สูงสุดที่ต่ำหรือสูงก็ตาม

เทคนิค DENSA สามารถใช้เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ทั่วไปที่สามารถทำการตรวจหลอดเลือดได้ โดยการประยุกต์การสแกน Pre contrast และ CTA โดยการกำหนดพารามิเตอร์ต่างๆ ให้เท่ากันทั้ง Scan coverage, FOV, Start & end location, Slice thickness, Slice spacing และกำหนดค่าพลังงานเอกซเรย์ที่ใช้ต่างกัน ดังนี้ Pre contrast 140 kVp 300 mA และ 80 kVp 600 mA สำหรับ



รูปที่ 1 ภาพ 3D reconstruction ของหลอดเลือดสมองที่ไม่สามารถลบ bone ออกได้หมด

การสแกน CTA

หลังจากการสแกนจะได้ข้อมูลสองชุด โดยข้อมูลชุด CTA พบว่าสารทึบรังสีที่อยู่ในหลอดเลือดแดงจะสามารถเห็นหลอดเลือดชัดมากยิ่งขึ้นเนื่องจากสารทึบรังสีมีค่าการดูดกลืนรังสีสูง แต่ในส่วนของกระดูกมีค่าการดูดกลืนรังสีแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย เมื่อนำข้อมูลภาพสองชุดไปผ่านการ subtraction โดยนำข้อมูลภาพชุด CTA subtraction ด้วยข้อมูลชุด Pre contrast ทำให้ส่วนของกระดูกจะถูก subtract ออกไปทำให้สามารถแยกหลอดเลือดแดงออกจากกระดูกและจากแคลเซียมที่เกาะตามผนังหลอดเลือดได้ดีมากยิ่งขึ้น

อาการที่มักจะส่งตรวจวินิจฉัยด้วย CTA

ภาวะสมองขาดเลือด จากเส้นเลือดสมองตีบ หรืออุดตัน (Ischemic stroke, Cerebral infarction)

ภาวะเลือดออกในกะโหลกศีรษะ จากเส้นเลือดสมองแตก (Hemorrhagic stroke, Cerebral hemorrhage)

ภาวะเลือดออกในเนื้อสมอง (Subarachnoid hemorrhage : SAH)

ภาวะเลือดออกในโพรงสมอง (Intraventricular hemorrhage : IVH)

ภาวะเส้นเลือดสมองโป่งพอง (Aneurysm)

ภาวะเส้นเลือดสมองตีบ (Stenosis)

เทคนิคที่ใช้ในการตรวจ

จัดทำเหมือนกับ เอกซเรย์คอมพิวเตอร์หลอดเลือดแดงสมอง (Brain CTA) โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. จัดทำผู้ป่วยนอนหงาย หันศีรษะเข้าแกนเครื่องวางศีรษะบนที่รองศีรษะ
2. จัดให้ OM Line ตั้งฉากกับเตียง
3. ทำการสแกนภาพ scout ตั้งแต่ C2 คลุมถึง vertex
4. สแกนก่อนฉีดสารทึบรังสี (pre contrast scanning) ด้วยการกำหนดค่าพารามิเตอร์ของการสแกนเป็น 140

ตารางที่ 1

Position	Supine, Head first		
Anatomical Reference	OM		
Scout	LAT, AP		
Scan Type	Helical Mode		
Scan Direction	Inferior to Superior		
DFOV	25 cm decrease appropriately		
Scan Coverage	C2 to Vertex		
IV Contrast Volume / Rate	60 mL 4-5 mL/sec		
Saline flush Volume / Rate	30 mL 4-5 mL/sec		
Scan parameter	Pre contrast	CTA	
Tube Voltage (kVp)	140	80	
Tube Load (mA)	300	600	
Rotation time (sec)	0.8	0.8	
Pitch / Speed (mm/rotation)	0.969:1, 19.37	0.969:1, 19.37	
Detector Configuration (mm)	0.625 mm x 32 = 20		
Recon Type	Body	Thickness/	
Slice Thickness/ Spacing	recon	part	Spacing (mm) algorithm
Algorithm	1	CTA carotid/brain	0.625/0.625 soft
	2	CTA carotid/brain	5/5 standard

ตารางที่ 2

Position	Supine, Head first		
Anatomical Reference	OM		
Scout	LAT, AP		
Respiratory Phase	Breath hold		
Scan Type	Helical Mode		
Scan Direction	Inferior to Superior		
DFOV	25 cm decrease appropriately		
Scan Coverage	Arch of aorta to Vertex		
IV Contrast Volume / Rate	70 mL 4-5 mL/sec		
Saline flush Volume / Rate	30 mL 4-5 mL/sec		
Scan parameter	Pre contrast	CTA	
Tube Voltage (kVp)	140	80	
Tube Load (mA)	300	600	
Rotation time (sec)	0.5	0.5	
Pitch / Speed (mm/rotation)	1.375:1, 55	1.375:1, 55	
Detector Configuration (mm)	0.625 mm x 64 = 40		
Recon Type	Body	Thickness/	
Slice Thickness/ Spacing	recon part	Spacing (mm)	algorithm
Algorithm	1 CTA carotid/brain	0.625/0.625	soft
	2 CTA carotid/brain	5/5	standard

kVp และ 300 mA เพื่อให้ได้ข้อมูลอ้างอิงชุดที่หนึ่ง

5. สแกน pre monitoring ที่ตำแหน่งหลอดเลือดแดงระดับ C2

6. สแกน Bolus triggering โดยวาง ROI กำหนด Triggering threshold ที่ 100 HU

7. Scan CTA brain ระหว่างฉีดสารทึบรังสี ด้วยเทคนิค 80 kVp และ 600 mA ได้ข้อมูลชุดที่สอง

### เทคนิคที่ใช้ในการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์หลอดเลือดแดงลำคอ (Carotid CTA)

จัดทำผู้ป่วยเช่นเดียวกับการตรวจ Brain CTA แต่เริ่มสแกนตั้งแต่ Arch of Aorta คลุมถึง Circle of willis (cow) Bolus tracking ที่ตำแหน่ง ascending aorta กำหนด Triggering threshold ที่ 100 HU

หลังจากนั้นนำข้อมูลทั้งสองชุดมาผ่านกระบวนการ post processing ด้วยวิธี subtraction โดยนำข้อมูลชุดที่เป็น

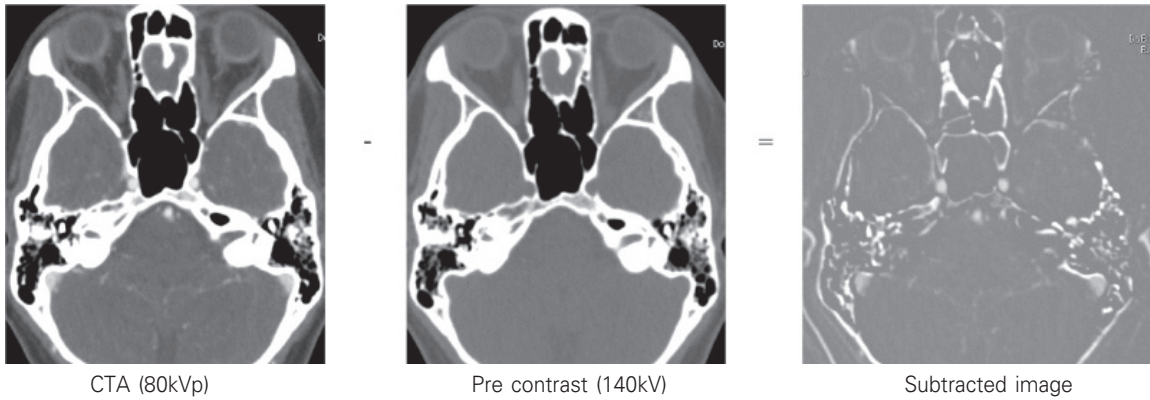
contrast enhancement (CTA) ลบด้วยข้อมูลชุด Pre contrast ออก จะได้ข้อมูลภาพชุดใหม่ออกมาอีก 1 ชุดที่สามารถนำมาสร้างภาพเส้นเลือดได้ง่ายขึ้น

### ข้อดีของ DENSA

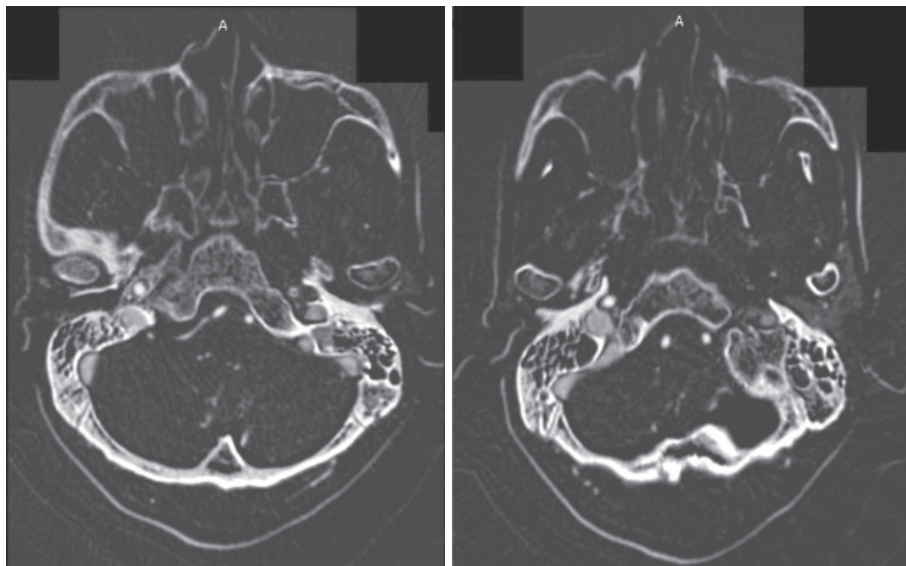
สามารถเห็นสารทึบรังสีในหลอดเลือดได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้นเนื่องจากเมื่อใช้ kVp ต่ำสารทึบรังสีจะดูดกลืนรังสีได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับเนื้อเยื่อชนิดอื่น ความหนาแน่นของกระดูกที่ได้จากการ subtraction แล้วจะลดลง ซึ่งสามารถใช้เป็น Anatomical correlation ได้เป็นอย่างดี การตรวจมีความสะดวก รวดเร็ว ปลอดภัย ผู้ป่วยได้รับความเจ็บปวดน้อย อีกทั้งยังช่วยลดเวลาและง่ายในการสร้างภาพ 3D reconstruction

### ข้อจำกัดการตรวจด้วยวิธี DENSA

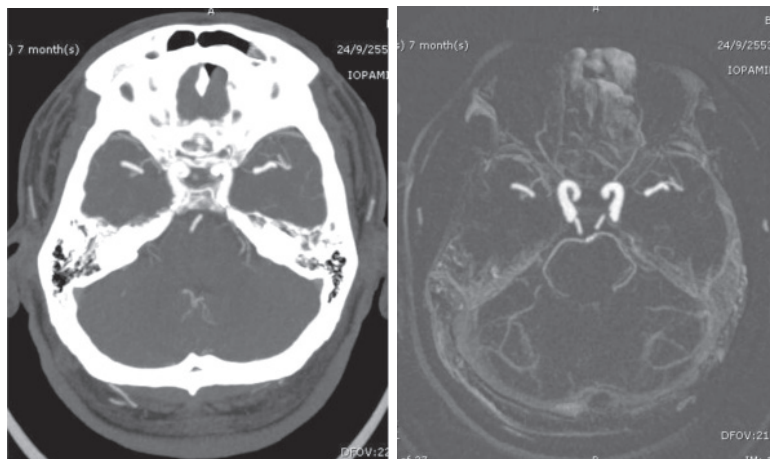
หลักการของวิธี DENSA คือการ subtraction ของ



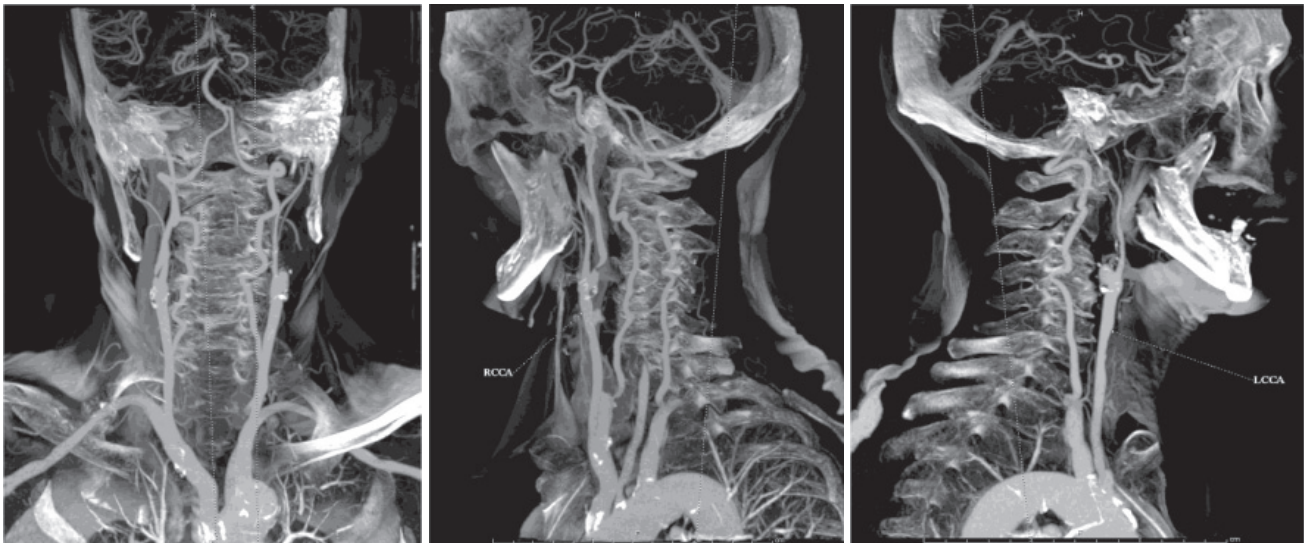
รูปที่ 2 กระบวนการการ Subtraction ข้อมูลที่ได้จากการสแกน



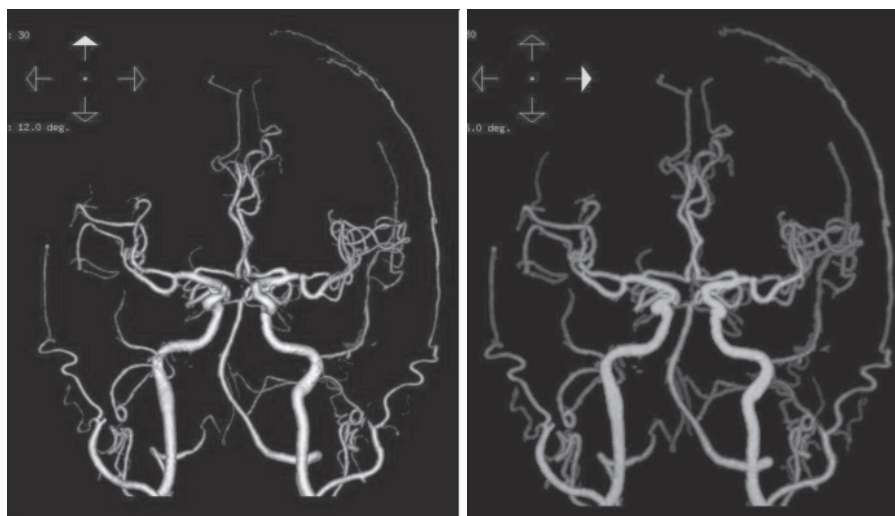
รูปที่ 3 ข้อมูลภาพชุดใหม่จากการ subtraction ของข้อมูล 2 ชุด ที่ 2 ค่าพลังงาน (80 kVp และ 140 kVp)



รูปที่ 4 เปรียบเทียบภาพ MIP หลอดเลือดบริเวณฐานกะโหลก ภาพซ้ายเป็นภาพที่ได้ RAW DATA ภาพขวาเป็นภาพที่ได้จากการ Subtraction ซึ่งภาพMIP จากการ Subtraction จะสามารถมองเห็นหลอดเลือดแดงได้อย่างชัดเจน



รูปที่ 5 ภาพ MIP ของหลอดเลือดแดงสมองและลำคอจากข้อมูลภาพชุดใหม่ที่เกิดจากการ subtraction



รูปที่ 6 ภาพ volume rendering และ HD MIP ของหลอดเลือดแดงสมองจากข้อมูลข้อมูลภาพชุดใหม่ที่ได้จากการ subtraction

ข้อมูล 2 ชุด ฉะนั้นข้อมูลทั้งสองชุด ต้องกำหนดพารามิเตอร์ อันได้แก่ Scan coverage, FOV, Start & end location, Slice thickness, Slice spacing เท่ากัน จึงจะสามารถ subtraction กันได้พอดี และคงเหลือเพียงภาพหลอดเลือดที่มีความชัดเจนนยิ่งขึ้น ดังนั้นปัจจัยควบคุมสำคัญคือการไม่ขยับตัวของผู้ป่วยระหว่างการตรวจหรือผู้ป่วยต้องสามารถนอนนิ่งได้ตลอดการตรวจ

### สรุปและวิจารณ์

DENSA เป็นวิธีการตรวจทางเลือกที่ใช้วินิจฉัยโรคหลอดเลือดแดงสมองและลำคอ ซึ่งมีลำดับขั้นตอนเช่นเดียวกับการตรวจ CTA ปกติ แต่ DENSA อาศัยคุณสมบัติการดูดกลืนพลังงานรังสีของเนื้อเยื่อที่ต่างกัน คือสารทึบรังสีจะดูดกลืนรังสีได้ดี ที่ kVp ต่ำ แต่กระดูกจะมีความแตกต่างกันน้อยมากถึงแม้จะใช้ค่า kVp ที่ต่างกัน

เมื่อเราทำการสแกนแล้วนำข้อมูลที่ได้มา subtraction กัน ความหนาแน่นของกระดูกในข้อมูลชุดใหม่ที่ได้จะลดลง ความเข้มของสารทึบรังสีจะมากขึ้น ทำให้ง่าย และช่วยลดเวลาในการสร้างภาพ 3D reconstruction ได้เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะรอยโรคที่บริเวณ base of skull

#### เอกสารอ้างอิง

1. Sundar Kalyana R, Dual ENergy Subtraction Angiography (DENSA) from VCT. Images Courtesy: Devi Scans Pvt, Ltd, Trivandrum. GEHC, India.
2. Thorsten R C Johnson, Material differentiation by dual energy CT: initial experience. Eur Radiol 2007;17:1510-7.
3. Aschoff A, Ty Bae K, Berland L, Cinnamon J, Costello P, Ebert G, et al. Multidetector CT Protocols. Springer-verlag Italia 2006: E25-28.
4. Flohr TG, McCollough CH, Bruder H, Petersilka M, Gruber K, Süß C, et al. First performance evaluation of a dual-source CT (DSCT) system. Eur Radiol 2006;16(2):256-68. Epub 2005 Dec 10.
5. Dual Energy CT SOMATOM Definition Answer for life. [https://www.medical.siemens.com/siemens/de\\_DE/gg\\_ct\\_FBAs/files/Options\\_Portal/Case\\_Studies/Dual\\_Energy\\_CT.pdf](https://www.medical.siemens.com/siemens/de_DE/gg_ct_FBAs/files/Options_Portal/Case_Studies/Dual_Energy_CT.pdf)