

Role of CT, CT Angiography, and Perfusion CT in Acute Ischemic Stroke

Padcha Tunlayadechanont, MD*

** Department of Radiology, Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital, Mahidol University, Bangkok 10700 Thailand*

Abstract

Acute ischemic stroke is one the leading causes of disability and death. Neuroimaging is necessary for stroke assessment. Computed tomography (CT) is the first line tool for acute stroke due to its availability and cost-effectiveness. Using noncontrast CT combined with CT angiography and perfusion CT can provide necessary information to impact acute treatment decision making. The current goal of neuroimaging is not only to diagnose acute ischemic stroke but to select appropriate treatment for each patient. This review points out an update on the role of each CT modalities in acute ischemic stroke.

Keywords: acute ischemic stroke, noncontrast computed tomography, CT angiography, perfusion CT (J Thai Stroke Soc. 2019;18(3):25-36)

Corresponding author: **Padcha Tunlayadechanont, MD** (Email: padcha.tun@gmail.com)

Received 2 January 2019 Revised 15 February 2019 Accepted 20 July 2019

Role of CT, CT Angiography, and Perfusion CT in Acute Ischemic Stroke

พญ.พัชรา ตูลยาเดชานนท์*

*ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ 10400 ประเทศไทย

บทคัดย่อ

โรคสมองขาดเลือดเฉียบพลันเป็นหนึ่งในสาเหตุหลักของการพิการและเสียชีวิต การตรวจประเมินด้วยภาพรังสีระบบประสาทถือเป็นสิ่งจำเป็น การตรวจวินิจฉัยด้วยเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (computed tomography (CT)) เป็นการตรวจอันดับแรกเนื่องจากเข้าถึงได้ง่ายและคุ้มค่า ปัจจุบันการตรวจวินิจฉัยด้วยภาพรังสีระบบประสาทนอกจากเพื่อการวินิจฉัยแล้วยังมีเป้าหมายเพื่อช่วยเลือกการรักษาที่เหมาะสมที่สุดให้กับผู้ป่วยแต่ละคนได้อีกด้วย โดยการนำข้อมูลจาก noncontrast CT ร่วมกับ CT angiography และ perfusion CT มาใช้ร่วมกันเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจ ในบทความนี้จะกล่าวถึงบทบาทของการใช้ CT ในแต่ละแบบในผู้ป่วยโรคสมองขาดเลือดเฉียบพลัน

คำสำคัญ: โรคสมองขาดเลือดเฉียบพลัน, เอกซเรย์คอมพิวเตอร์แบบไม่ใช้สารทึบรังสี, เอกซเรย์คอมพิวเตอร์แบบใช้สารทึบรังสีเพื่อดูหลอดเลือดสมอง, เอกซเรย์คอมพิวเตอร์แบบใช้สารทึบรังสีเพื่อดูเลือดที่ไปเลี้ยงสมอง (J Thai Stroke Soc. 2019;18(3):25-36)

บทนำ

Acute ischemic stroke หรือโรคสมองขาดเลือดเฉียบพลัน นับช่วงระยะเวลาตั้งแต่เริ่มมีอาการจนถึง 24 หรือ 48 ชั่วโมง' ถือเป็นภาวะฉุกเฉิน การตรวจวินิจฉัยด้วยภาพรังสีระบบประสาท (Neuroimaging) ถือเป็นสิ่งจำเป็นเนื่องจากมีผลต่อการประเมินวิธีการดูแลรักษาผู้ป่วย' การตรวจวินิจฉัยด้วยเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (computed tomography (CT)) เป็นวิธีที่แนะนำเนื่องจากเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ รวดเร็ว สะดวก และเข้าถึงได้ง่าย สามารถช่วยในการแยกภาวะ hemorrhage ประเมินหลอดเลือดที่อุดตันและการเปลี่ยนแปลงของเนื้อสมองได้

วิธีการตรวจหลักคือการทำ CT แบบไม่ใช้สารทึบรังสี หรือ noncontrast CT (NCCT) brain โดยสามารถตรวจแบบใช้สารทึบรังสีเพิ่มเติม ได้แก่ CT

angiography (CTA) brain and neck และ perfusion CT (PCT) brain เพื่อเพิ่มข้อมูลในการตัดสินใจในการรักษา

ปัจจุบันวิธีการรักษา acute ischemic stroke มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก จากเดิมที่ใช้ยาเป็นมาตรฐานหลักในการรักษา เช่น ยาต้านเกล็ดเลือดและยาละลายลิ่มเลือด (rtPA) มีการเปลี่ยนแปลงมาใช้ การสวนหลอดเลือด (endovascular thrombectomy) ร่วมในการรักษาในผู้ป่วยที่มีการอุดตันของเส้นเลือด internal carotid artery (ICA) หรือ middle cerebral artery (MCA) เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากในปี ค.ศ. 2015 มีการตีพิมพ์ผลงานวิจัยใน New England Journal ที่พบว่า การทำ mechanical thrombectomy เพิ่มประสิทธิภาพในการรักษา ผู้เขียนจึงได้ทบทวนบทบาทของการใช้

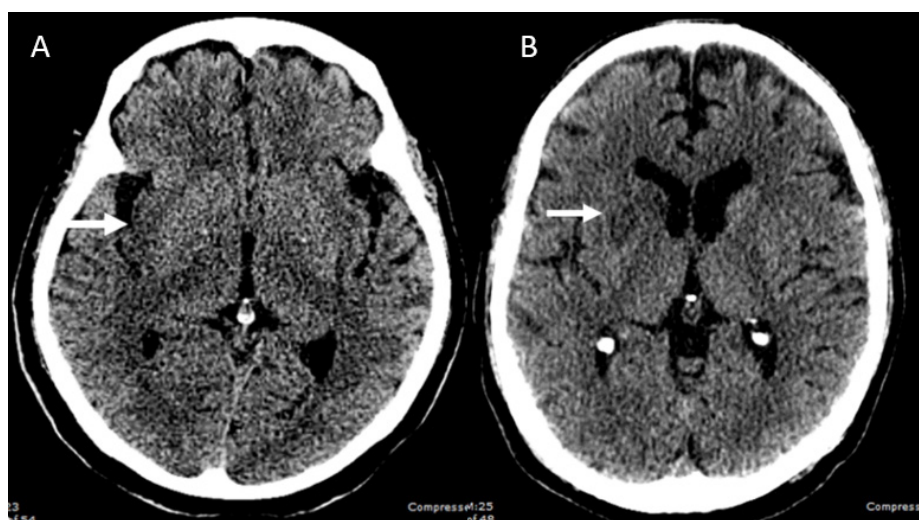
CT แบบต่างๆ ที่มีส่วนช่วยตัดสินใจในการรักษาและการคัดเลือกผู้ป่วยในการทำ acute revascularization therapy

Noncontrast computed tomography (NCCT)

NCCT เป็นวิธีการตรวจที่สำคัญที่สุดในผู้ป่วย acute ischemic stroke^{2,3} เพราะนอกจากจะสามารถช่วยแยกชนิดว่าเป็น ischemia หรือ hemorrhage ได้แล้ว ยังสามารถแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของเนื้อสมองขาดเลือดในระยะแรก (early ischemic changes)¹

ได้อีกด้วย ซึ่งได้แก่ การแยกความแตกต่างของ gray และ white matter ได้ไม่ชัดเจน (blurring of gray matter-white matter junction), การเห็น insular cortex ไม่ชัดเจน (insular ribbon sign) (รูปที่ 1), การเห็น basal ganglia ไม่ชัดเจน (disappearing basal ganglia sign) (รูปที่ 1), เนื้อสมองบวมเห็นจาก effacement ของ cortical sulci และการเห็น hypodensity เป็นลักษณะ wedge-shaped hypodensity ตามขอบเขตที่หลอดเลือดสมองเส้นนั้นไปเลี้ยง (vascular territory) (รูปที่ 2)

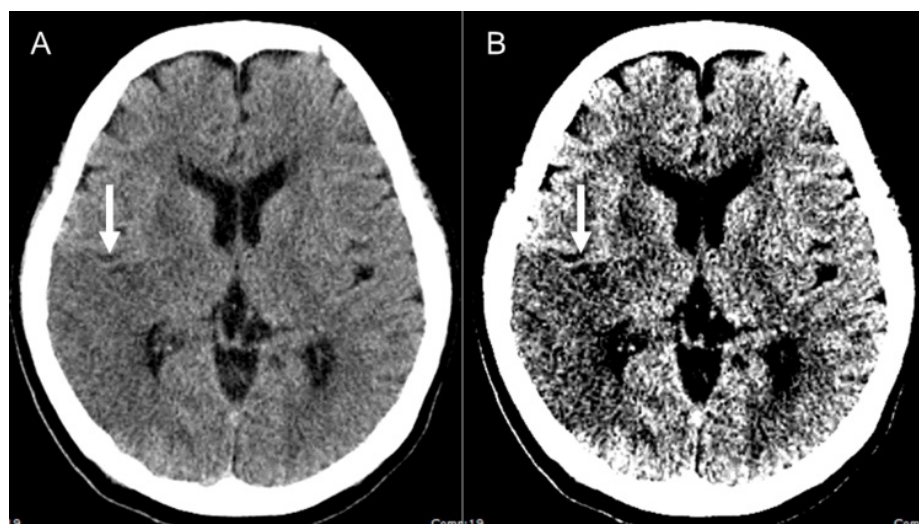
รูปที่ 1. A, NCCT แสดง insular ribbon sign (ลูกศร) และ B, แสดง disappearing basal ganglia sign (ลูกศร)



การปรับภาพให้เป็น stroke window มีความสำคัญในการดู ischemic change ค่าที่แนะนำอาจมีหลายค่าแต่ใกล้เคียงกัน ได้แก่ window level/window width 32/20⁴ 35/35 หรือ 40/40²³ โดย

ผู้ประเมินควรปรับให้เหมาะสม (รูปที่ 2) อย่างไรก็ตามภายใน 6 ชั่วโมงแรกหลังมีอาการอาจให้ภาพ CT ที่ปกติได้ถึงประมาณร้อยละ 50¹

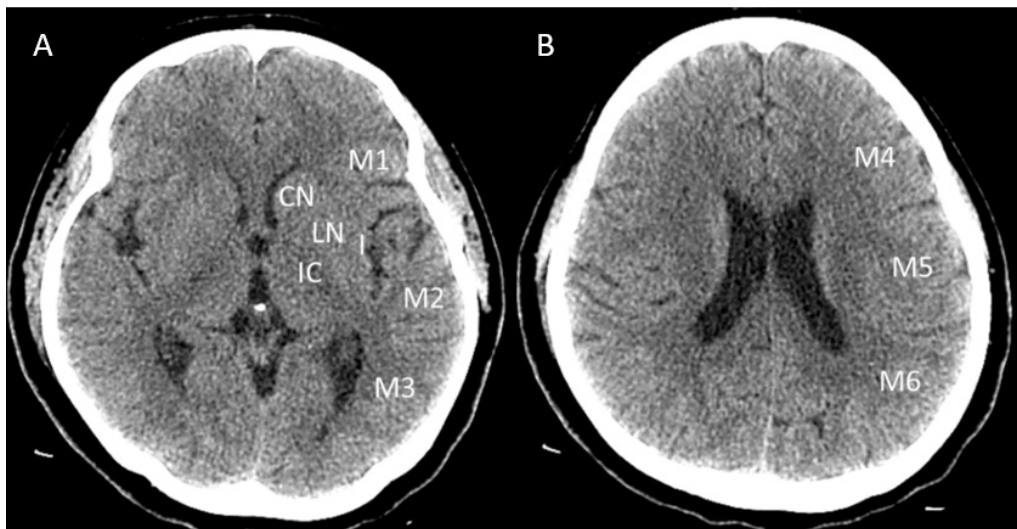
รูปที่ 2. NCCT แสดง wedge-shaped hypodensity และ sulcal effacement ที่ right parietotemporal lobes (ลูกศร) A, แสดงภาพแบบ window ปกติ และ B, แบบ stroke window



หากเป็น acute ischemic stroke ใน middle cerebral artery (MCA) territory ปัจจุบันมีการแนะนำให้คำนวณขนาดของสมองขาดเลือดเฉียบพลันตาม Alberta Stroke Program Early CT Score (ASPECTS)^{5,6} (รูปที่ 3) เนื่องจากมีข้อมูลวิจัยพบว่า

ผู้ป่วยที่มีคะแนน ASPECTS ต่ำมีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะเลือดออกในสมองหลังได้ยา rtPA หรือ endovascular thrombectomy พบว่าผู้ป่วยที่ได้รับการทำ mechanical thrombectomy ที่มีคะแนน ASPECTS ≥ 6 จะมีความปลอดภัยและมีอาการดีขึ้นมากกว่า⁷

รูปที่ 3. A และ B, NCCT แสดงตำแหน่งการให้คะแนน ASPECTS สมองปกติจะมีคะแนนเต็ม 10 ตามตำแหน่ง 10 ตำแหน่งดังภาพ คะแนนคิดจากการหักลบตำแหน่งที่มี infarction โดยหักตำแหน่งละ 1 คะแนน (CN = caudate nucleus, LN = lentiform nucleus, I = insular cortex, IC = internal capsule, M1-M3 อยู่ในระดับ basal ganglia (A) M1 = anterior MCA cortex, M2 = cortex lateral to insular ribbon, M3 = posterior MCA cortex, M4-M6 อยู่ในระดับ 2 เซนติเมตรเหนือ basal ganglia (B) M4 = anterior MCA cortex, M5 = lateral MCA cortex, M6 = posterior MCA cortex) สำหรับการคำนวณ ASPECTS ให้ดูภาพ NCCT ทุก axial image ที่เป็น ganglionic และ supraganglionic levels และความผิดปกติที่พบต้องมีอย่างน้อย 2 ภาพติดกัน



นอกจากนี้ยังสามารถเห็นลิ่มเลือดอุดตันในหลอดเลือด MCA ได้ โดยจะเห็นเป็น hyperdense clot ในหลอดเลือด โดยจะเห็นหลอดเลือดส่วนที่มีลิ่มเลือด

ขาวขึ้น⁸ หากอุดตันที่ M1 segment จะเห็นเป็น M1 dense MCA sign และหากอุดตันที่ M2 segment จะเห็นเป็น M2 dot sign¹ (รูปที่ 4)

รูปที่ 4. A, NCCT แสดง M1 dense MCA sign (ลูกศร) และ B, แสดง M2 dot sign (ลูกศร)



ใน American Heart Association/ American Stroke Association (AHA/ASA) guideline ปี 2018 แนะนำให้ทำ NCCT ในผู้ป่วยที่สงสัย acute stroke ทุกราย และผู้ป่วยที่อยู่ในเกณฑ์ที่ได้รับพิจารณาที่จะได้รับการรักษาด้วยยา rtPA หรือ mechanical thrombectomy อย่างน้อยร้อยละ 50 ควรทำภายใน 20 นาทีหลังจากคนไข้มาถึงห้องฉุกเฉิน³

CT angiography (CTA)

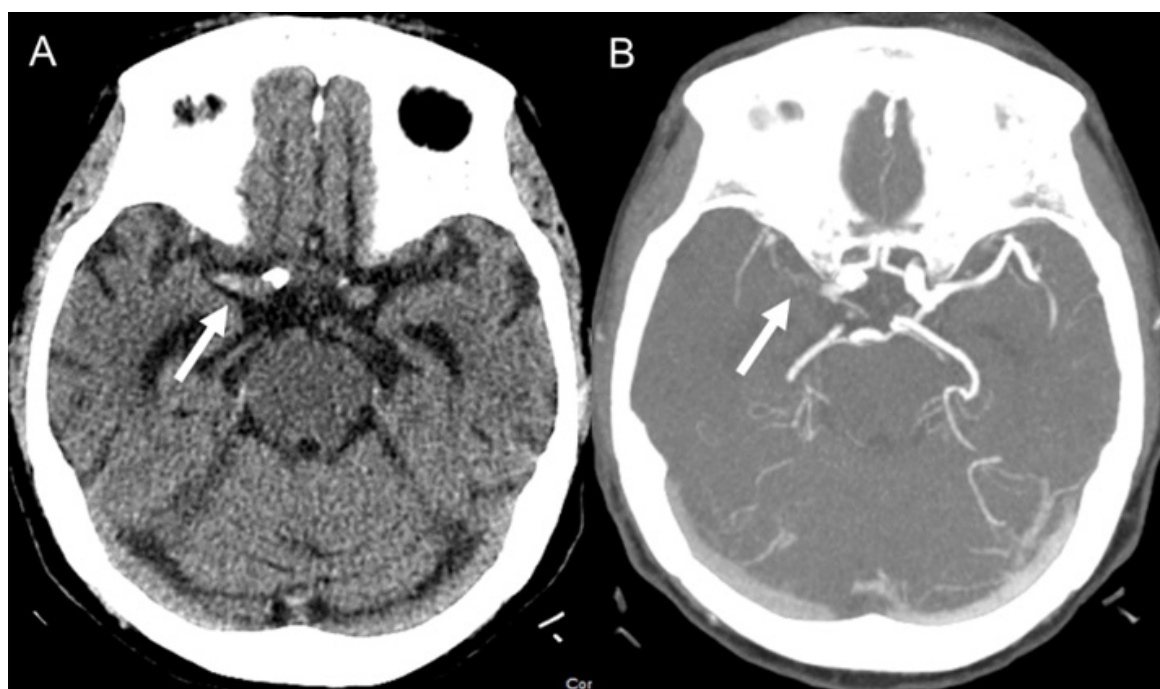
ปัจจุบันมีการทำ CTA มากขึ้นในผู้ป่วยที่สงสัย acute ischemic stroke โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผู้ป่วยที่มีโอกาสทำ revascularization therapy³

ใน AHA/ASA guideline ปี 2018 แนะนำเรื่องการทำ CTA ว่าควรทำให้คลุมหลอดเลือดสมอง

และคอ และไม่จำเป็นต้องรอผล creatinine ในกรณีที่ผู้ป่วยไม่มีประวัติว่ามีโรคไตหรือมีไตเสื่อมมาก่อน³

การทำ CTA มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เห็นตำแหน่งของลิ่มเลือดที่อุดตันในหลอดเลือด จะเห็นเป็น filling defect ตรงตำแหน่งของการอุดตันซึ่งจะมีผลในการเลือกการรักษา โดยในกลุ่มที่เป็น proximal vessel occlusion เช่น intracranial internal carotid artery (ICA) และบริเวณ M1 segment ของ MCA occlusion (รูปที่ 5) จะมีประโยชน์จากการทำ mechanical thrombectomy เพราะมี recanalization rate จากการให้ยา rtPA น้อยเมื่อเทียบกับหลอดเลือดส่วนปลาย (distal vessel occlusion)⁹⁻¹²

รูปที่ 5. A, ผู้ป่วยหญิงไทยอายุ 93 ปี มาด้วย left hemiparesis มา 7 ชั่วโมง ใน NCCT พบว่ามี dense MCA sign ที่ M1 segment ของ right MCA (ลูกศร) B, ตรงกับตำแหน่งที่มี filling defect (ลูกศร) ใน CTA

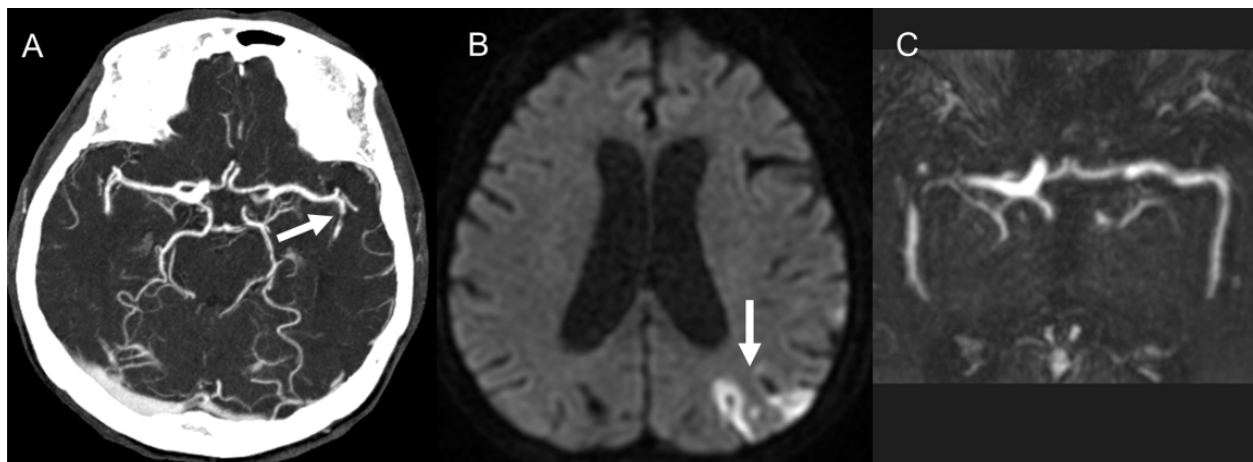


ความยาวของลิ่มเลือดก็มีผลต่อ recanalization เช่นกัน พบว่าลิ่มเลือดที่ยาวมากกว่า 8 มิลลิเมตรมักจะไม่สามารถละลายได้ด้วยยา rtPA¹³

การเห็น contrast ล้อมรอบลิ่มเลือดตรงบริเวณหลอดเลือดอุดตันหรือเรียกว่า residual intravascular

flow บ่งบอกว่าลิ่มเลือดนั้นมีโอกาส recanalization ด้วยยาได้มากกว่าลิ่มเลือดไม่มี residual flow ถึง 4 เท่า¹⁴ (รูปที่ 6)

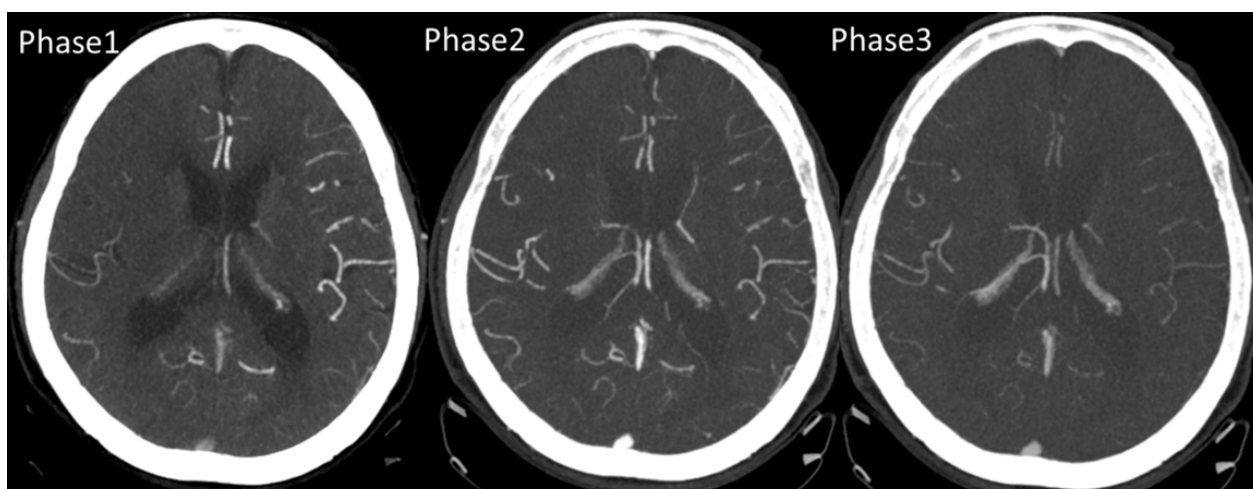
รูปที่ 6. A, CTA แสดงลิ่มเลือดอุดตันที่ M2 segment ของ left MCA และมี residual intravascular flow (ลูกศร)
B, ภาพ diffusion weighted image (DWI) แสดง acute left parietotemporal lobes infarction เห็นจาก
มี restricted diffusion (ลูกศร) C, หลังจากรักษา 3 เดือน ผู้ป่วยได้มาทำ MRA พบว่าไม่มีการอุดตัน



นอกจากนี้การทำ CTA ไม่ว่าจะแบบ single phase หรือ multiphase ยังสามารถดู collateral circulation ได้ Multiphase CTA เป็นการตัด CT เพื่อสามารถประเมิน pial arteries ได้ โดยจะตัด 3 phases ได้แก่ phase ที่หนึ่ง คือ peak arterial phase, phase ที่สอง คือ peak venous phase และ phase ที่สาม คือ late venous phase¹³ ผู้ป่วยที่มี good collateral circulation คือมี pial arteries มาเร็วพอๆ กับข้างปกติและ/หรือมาช้ากว่าข้างปกติเล็กน้อยแต่

pial arteries ยังมีจำนวนและขนาดเท่าข้างปกติ จะได้ รับประโยชน์จากการทำ mechanical thrombectomy มากกว่า เพราะยังมีเลือดไปเลี้ยงสมองส่วนที่ขาดเลือด นอกเหนือจากหลอดเลือดหลักที่อุดตัน จึงยังสามารถ ประคับประคอง ischemic penumbra ได้ นอกจากนี้ ยังพบว่าในผู้ป่วยที่มี good collateral circulation มัก มีขนาด infarct core ที่เล็กกว่า จึงทำให้มี clinical outcome ที่ดีกว่า^{3,15} (รูปที่ 7)

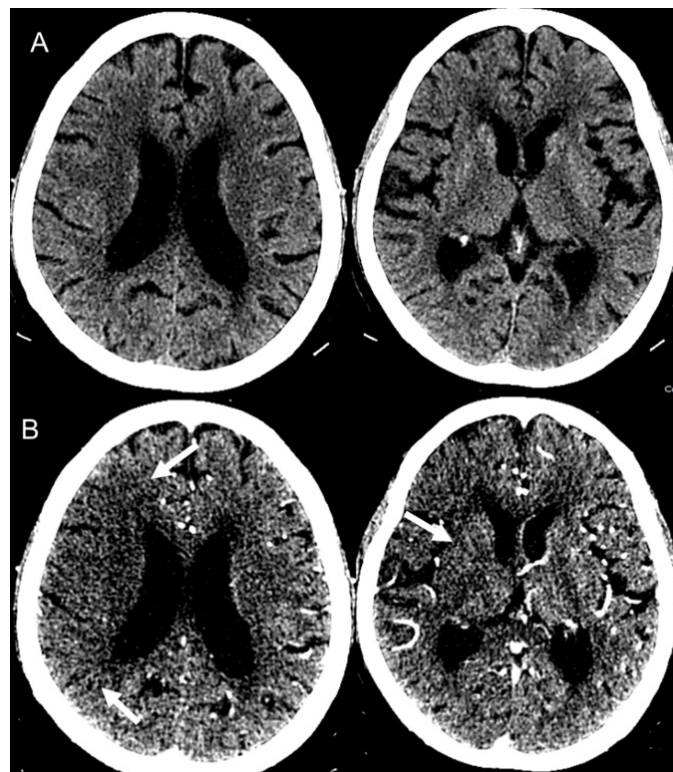
รูปที่ 7. (ผู้ป่วยรายเดียวกันกับรูปที่ 5) multiphase CTA แสดงถึงภาวะ good collaterals โดยมีหลอดเลือด collateral pial arteries สมองข้างขวาจำนวนเท่ากับข้างซ้ายที่ปกติ แต่เลือดข้างขวามาช้ากว่าประมาณ 1 phase



CTA สามารถดู nonenhancing region ซึ่งแสดงถึงเนื้อสมองที่ขาดเลือด (ischemic tissue) ให้เห็นได้ชัดขึ้น โดยควรดูใน CTA source images (CTA-SI) จะพบว่า sensitivity ที่สูงกว่า NCCT (รูปที่ 8) สามารถให้คะแนนเป็น CTA-SI ASPECTS ได้โดยคะแนนมักจะไม่เท่ากับ NCCT ASPECTS แต่มักจะน้อยกว่าเล็กน้อย¹⁶ เนื่องจาก hypodensity ใน CTA-SI และ NCCT บ่งบอกถึง pathophysiology

ที่แตกต่างกัน CTA-SI ASPECTS บ่งบอกถึงการลดลงของ cerebral blood volume (CBV) แต่ใน NCCT ASPECTS บ่งบอกถึงภาวะสมองบวม มีการวิจัยที่พบว่าค่า CTA-SI ASPECTS ที่ > 5 เป็นกลุ่มที่มี Good clinical outcome มากกว่ากลุ่มที่ได้คะแนนน้อยกว่าหลังรักษาด้วยยา rtPA และทำ mechanical thrombectomy¹⁷

รูปที่ 8. (ผู้ป่วยรายเดียวกันกับรูปที่ 5) เปรียบเทียบภาพ NCCT กับ CTA source image A, NCCT เนื้อสมองดูปกติไม่เห็น hypodensity ที่ชัดเจน B, CTA-SI เห็น non-enhancing area ใน right frontoparietal lobes และ right basal ganglion ได้ชัดกว่า (ลูกศร)



Perfusion CT (PCT)

การทำ perfusion CT มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินขนาดของ infarct core คือเนื้อสมองที่ไม่สามารถกลับคืนมาได้หากมี MCA territory infarct core ขนาดใหญ่คือมากกว่า 70-100 มิลลิลิตร ผู้ป่วยอาจจะมี poor clinical outcome และ ischemic penumbra คือเนื้อสมองที่ยังสามารถกลับคืนมาเป็นปกติได้ การดู PCT ช่วยเพิ่มความเชื่อมั่นในการวินิจฉัยได้มากขึ้น แต่จะใช้เวลาเพิ่มขึ้นในการประมวลผลและการแปลผลภาพ

ปัจจุบัน PCT มีบทบาทสำคัญในการเลือกผู้ป่วยที่จะได้รับการทำ mechanical thrombectomy

ในผู้ป่วยที่มีอาการมานานกว่า 6 ชั่วโมง เนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถบอก hemodynamic physiology ของผู้ป่วยแต่ละคนได้โดยการแยก infarct core และ ischemic penumbra เป็นวิธีที่ทำให้รูปแบบการรักษาเปลี่ยนจากการรักษาที่ขึ้นกับเวลาเป็นหลัก (time-based) มาเป็นขึ้นกับสมองของผู้ป่วยแต่ละคนเป็นหลัก (tissue-based)

ใน AHA/ASA guideline ปี 2018 แนะนำให้ทำ PCT ในผู้ป่วย acute ischemic stroke ของ large vessel occlusion ที่มาใน 6-24 ชั่วโมง เพื่อประกอบการตัดสินใจในการรักษาด้วย mechanical thrombectomy โดยการนำ PCT นั้นจะต้องระวังไม่ทำให้ผู้ป่วยเสียเวลา

และขัดขวางให้ได้รับการรักษาที่ช้าลง³

ในการประเมิน perfusion ต้องมีการวาง region of interests (ROI) 2 ตำแหน่ง ได้แก่ ที่หลอดเลือดแดง โดยแนะนำที่ตำแหน่ง A2 segment ของ ACA และหลอดเลือดดำ แนะนำที่ตำแหน่ง superior sagittal sinus เพื่อสร้าง arterial input และ venous outflow time-attenuation curves และนำมาคำนวณตัวแปรต่างๆ^{18,19} โดยตัวแปรที่ใช้มีดังนี้

Cerebral blood volume (CBV) หมายถึง ปริมาณเลือดทั้งหมด ทั้งเลือดที่อยู่ในหลอดเลือดและเนื้อสมองที่อยู่ใน voxel นั้น หน่วยเป็น milliliters of blood per 100 g brain (ml/100 g) ค่าปกติอยู่ที่ 5 ml/100 g¹

Cerebral blood flow (CBF) หมายถึง ปริมาณเลือดที่ผ่าน voxel นั้นในช่วงเวลาหนึ่ง หน่วยเป็น milliliters of blood per 100 g brain per minute (ml/100 g/min) ค่าปกติอยู่ที่ 50 ml/100 g/min¹

Mean transit time (MTT) หมายถึง ระยะเวลาเฉลี่ยที่สารทึบรังสีทั้งหมดผ่านสมองบริเวณนั้น

หน่วยเป็นวินาที สามารถคำนวณได้จากสูตร $MTT = CBV/CBF$

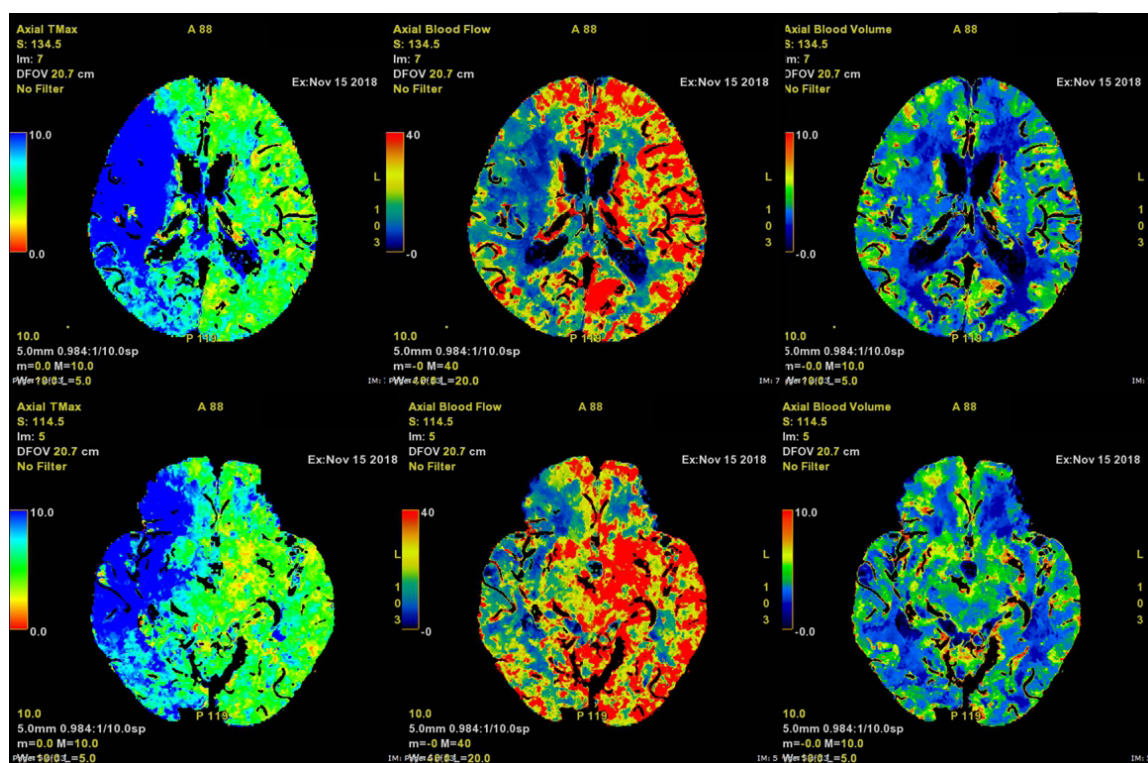
Time to peak (TTP) หมายถึง ระยะเวลาตั้งแต่สารทึบรังสีถูกฉีดเข้าหลอดเลือดจน enhance สูงสุดในเนื้อสมอง หน่วยเป็นวินาที

Time to maximum residual function (Tmax) หมายถึง ระยะเวลาที่ได้จากการนำ time-attenuation curve ไปคำนวณอย่างซับซ้อนยิ่งขึ้น ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ (deconvolution) เพิ่มเติม²⁰

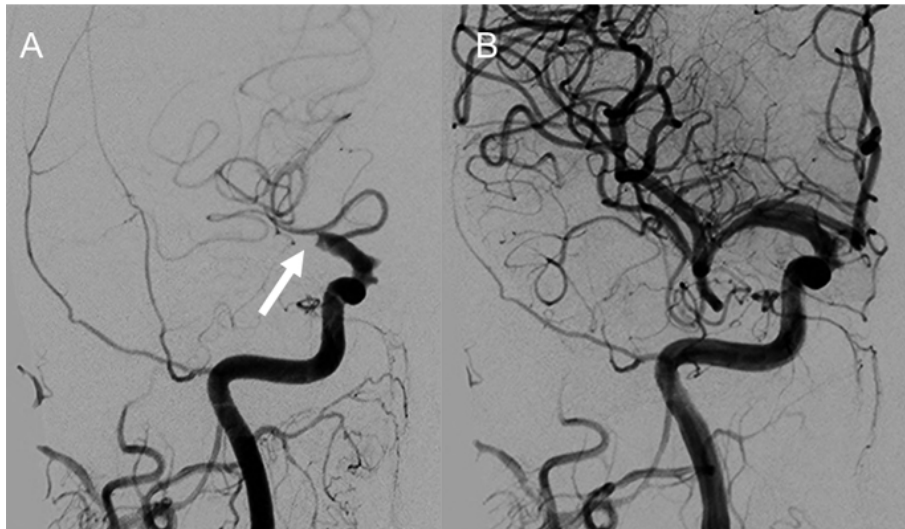
โดยปกติ perfusion ของเนื้อสมองทั้ง 2 ข้างควรจะพอๆ กัน โดย CBF และ CBV ของ gray matter จะสูงกว่า white matter¹⁸

ในการแปลผลแบบ qualitative data ดูจากสี color-coded maps โดยบริเวณที่เป็น infarct core จะมีการลดลงของ CBV, CBF อย่างมีนัยสำคัญ และมีการเพิ่มขึ้นของ MTT, TTP, Tmax ส่วนบริเวณที่เป็น penumbra คือมีการลดลงของ CBF แต่ CBV จะยังปกติ และมีการเพิ่มขึ้นของ MTT, TTP, Tmax¹⁸ (รูปที่ 9-11)

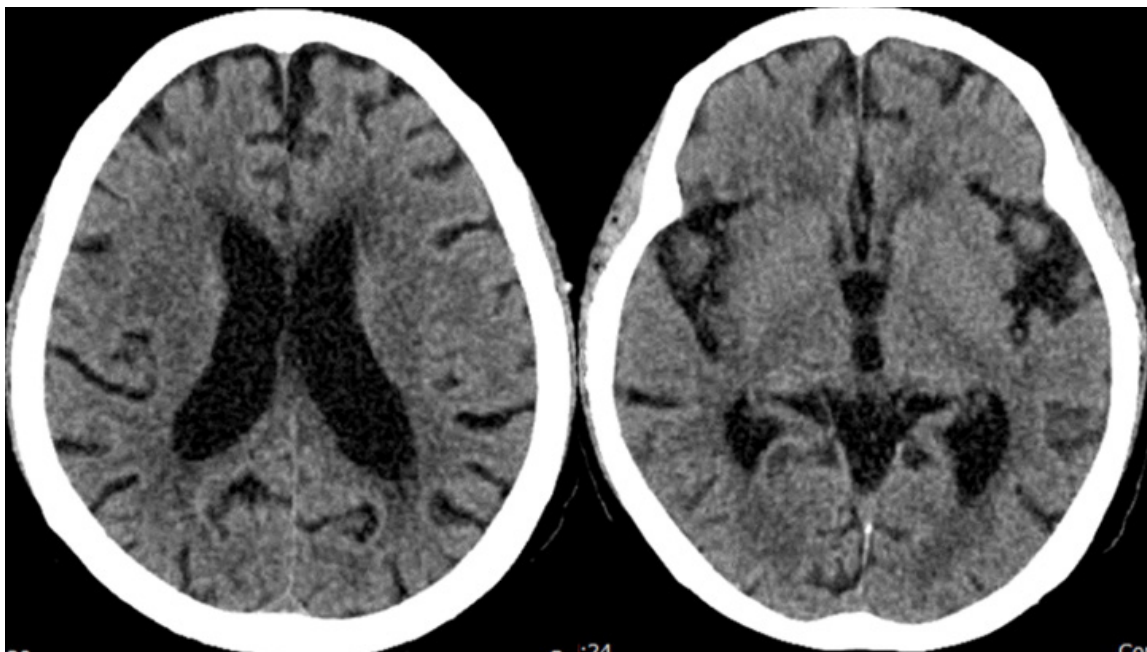
รูปที่ 9. (ผู้ป่วยรายเดียวกันกับรูปที่ 5) แสดงการประเมิน PCT จากสี color-coded maps โดยดูสีเทียบกับแถบ color scale ด้านข้าง พบว่ามีขนาดของ ischemic penumbra ใหญ่ (บริเวณที่มี increase Tmax และ decrease CBF) ขณะที่ไม่มี infarct core เนื่องจากใน CBV ดูเท่ากันทั้ง 2 ข้าง ผู้ป่วยรายนี้จึงน่าจะได้รับประโยชน์จากการทำ mechanical thrombectomy



รูปที่ 10. (ผู้ป่วยรายเดียวกันกับรูปที่ 5) angiography A, แสดงการอุดตันของ M1 segment ของ MCA ข้างขวา (ลูกศร) B, ภาพหลังจากทำ mechanical thrombectomy สำเร็จแสดงให้เห็นว่าไม่มีการอุดตันเหลืออยู่



รูปที่ 11. (ผู้ป่วยรายเดียวกันกับรูปที่ 5) ติดตาม NCCT หลังจากทำ mechanical thrombectomy ประมาณ 2 สัปดาห์ พบว่าเนื้อสมองปกติ ไม่มี infarction



นอกจากนี้ยังอาจแปลผลแบบ quantitative data คือสามารถดูค่าตัวเลขที่วัดได้ ปัจจุบันค่าที่นิยมใช้ และมีความแม่นยำมากที่สุด คือการให้ตำแหน่งที่มี CBF < 30% ของปกติเป็น infarct core และ Tmax > 6 sec เป็น ischemic penumbra ซึ่งค่านี้ใช้ใน automated software ที่ชื่อว่า RAPID ซึ่งมีความรวดเร็วและแม่นยำในการประเมินผล CTP ใช้ใน

DAWN (DWI or CTP Assessment with Clinical Mismatch in the Triage of Wake-Up and Late Presenting Strokes Undergoing Neurointervention with Trevo) trial¹² ซึ่งเป็น trial ขนาดใหญ่ที่เกี่ยวกับ acute ischemic stroke

สำหรับค่าอื่นๆ ที่แม่นยำน้อยกว่าได้แก่ ให้ตำแหน่งที่มี CBV < 2 ml/100 g หรือ 1.2 ml/ 100 ml

เป็น infarct core และ $MTT > 145\%$ หรือ $CBF < 35.1 \text{ ml/100 ml/min}$ เป็น ischemic penumbra²¹

ขนาดของ infarct core และ penumbra นั้นมีผลต่อการตัดสินใจทำ mechanical thrombectomy โดยอ้างอิงจาก DAWN trial และ DEFUSE 3 trial (Diffusion and Perfusion Imaging Evaluation for Understanding Stroke Evolution 3)²² ซึ่งพบว่าผลลัพธ์ของการทำ mechanical thrombectomy ในผู้ป่วยโรคสมองขาดเลือดเฉียบพลันที่มาในช่วงเวลาเกิน 6 ชั่วโมง ได้ผลดีกว่าเมื่อเทียบกับ conservative treatment โดยดู PCT ในการเลือกผู้ป่วย

โดย DAWN trial จะทำ PCT ในผู้ป่วย acute ischemic stroke ที่มาถึงโรงพยาบาลหลังจากเริ่มมีอาการมาแล้ว 6-24 ชั่วโมง และดูการ mismatch ระหว่าง clinical deficit จากคะแนน NIHSS (The National Institutes of Health Stroke Scale) และ infarct core แบ่งผู้ป่วยเป็น 3 กลุ่มได้แก่

ผู้ป่วยที่มีอายุ ≥ 80 ปี มี NIHSS ≥ 10 และมีขนาด infarct core $< 21 \text{ ml}$

ผู้ป่วยที่มีอายุ < 80 ปี มี NIHSS ≥ 10 และมีขนาด infarct core $< 31 \text{ ml}$

ผู้ป่วยที่มีอายุ < 80 ปี มี NIHSS > 20 และมีขนาด infarct core $< 51 \text{ ml}$

พบว่าผู้ป่วยที่ทำ mechanical thrombectomy มี clinical outcome ที่ดีกว่าผู้ป่วยที่รักษาด้วยยา ส่วน DEFUSE 3 trial ได้ทำ PCT ในผู้ป่วย acute ischemic stroke ที่มาถึงโรงพยาบาลหลังจากเริ่มมีอาการมาแล้ว 6-16 ชั่วโมง และดู mismatch ระหว่าง penumbra และ infarct core จาก PCT ผู้ป่วยที่มี infarct core $< 70 \text{ ml}$, mismatch ratio ≥ 1.8 และมี mismatch volume $\geq 15 \text{ ml}$ ที่ทำ mechanical thrombectomy มี clinical outcome ที่ดีกว่าผู้ป่วยที่รักษาด้วยยา

บทสรุป

CT เป็นเครื่องมือหลักที่ใช้ในการตรวจวินิจฉัยผู้ป่วย acute ischemic stroke โดยใช้ NCCT ในการแยก ischemia ออกจาก hemorrhage ดูการเปลี่ยนแปลงของ early ischemic changes และมีการ

ให้คะแนน ASPECTS ปัจจุบันมีการใช้ CTA and PCT มากขึ้นเพื่อช่วยในการตัดสินใจเรื่องการรักษา โดยเฉพาะเรื่องการเลือกผู้ป่วยมาทำ mechanical thrombectomy CTA นอกจากจะมีประโยชน์ในการบอกตำแหน่งและความยาวของลิ่มเลือดแล้ว ยังสามารถประเมิน collateral circulation และ nonenhancing region ซึ่งแสดงถึงเนื้อสมองที่ขาดเลือดได้ PCT มีประโยชน์ในการประเมินเลือกผู้ป่วยที่มาในช่วง late time window (6-24 ชั่วโมง) ที่น่าจะได้รับประโยชน์ในการทำ mechanical thrombectomy ซึ่งทำให้เพิ่มโอกาสในการรักษามากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. Osborn AG, Hedlund GL, Salzman KL. Osborn's Brain: Imaging, Pathology, and Anatomy: Elsevier; 2018.
2. Leiva-Salinas C, Jiang B, Wintermark M. Computed tomography, computed tomography angiography, and perfusion computed tomography evaluation of acute ischemic stroke. Neuroimaging Clinics. 2018;28(4):565-72.
3. Powers WJ, Rabinstein AA, Ackerson T, Adeoye OM, Bambakidis NC, Becker K, et al. 2018 guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. Stroke. 2018;49(3):e46-e99.
4. de Lucas EM, Sánchez E, Gutiérrez A, Mandly AG, Ruiz E, Flórez AF, et al. CT protocol for acute stroke: tips and tricks for general radiologists. Radiographics. 2008;28(6):1673-87.
5. Barber PA, Demchuk AM, Zhang J, Buchan AM, Group AS. Validity and reliability of a quantitative computed tomography score in predicting outcome of hyperacute stroke before thrombolytic therapy. The Lancet. 2000;355(9216):1670-4.

6. Pexman JW, Barber PA, Hill MD, Sevick RJ, Demchuk AM, Hudon ME, et al. Use of the Alberta Stroke Program Early CT Score (ASPECTS) for assessing CT scans in patients with acute stroke. *American Journal of Neuroradiology*. 2001;22(8):1534–42.
7. Konstas AA, Minaeian A, Ross IB. Mechanical thrombectomy in wake-up strokes: a case series Using Alberta Stroke Program Early CT Score (ASPECTS) for patient selection. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2017;26(7):1609–14.
8. Jensen-Kondering U, Riedel C, Jansen O. Hyperdense artery sign on computed tomography in acute ischemic stroke. *World journal of radiology*. 2010;2(9):354.
9. Berkhemer OA, Fransen PS, Beumer D, van den Berg LA, Lingsma HF, Yoo AJ, et al. A randomized trial of intraarterial treatment for acute ischemic stroke. *N Engl J Med*. 2015;372(1):11–20.
10. Goyal M, Demchuk AM, Menon BK, Eesa M, Rempel JL, Thornton J, et al. Randomized assessment of rapid endovascular treatment of ischemic stroke. *N Engl J Med*. 2015;372(11):1019–30.
11. Saver JL, Goyal M, Bonafe A, Diener H-C, Levy EI, Pereira VM, et al. Stent-retriever thrombectomy after intravenous t-PA vs. t-PA alone in stroke. *N Engl J Med*. 2015;372(24):2285–95.
12. Jovin TG, Saver JL, Ribo M, Pereira V, Furlan A, Bonafe A, et al. Diffusion-weighted imaging or computerized tomography perfusion assessment with clinical mismatch in the triage of wake up and late presenting strokes undergoing neurointervention with Trevo (DAWN) trial methods. *Int J Stroke*. 2017;12(6):641–52.
13. Riedel CH, Zimmermann P, Jensen-Kondering U, Stingele R, Deuschl G, Jansen O. The importance of size: successful recanalization by intravenous thrombolysis in acute anterior stroke depends on thrombus length. *Stroke*. 2011;42(6):1775–7.
14. Mishra S, Dykeman J, Sajobi T, Trivedi A, Almekhlafi M, Sohn S, et al. Early reperfusion rates with IV tPA are determined by CTA clot characteristics. *American Journal of Neuroradiology*. 2014;35(12):2265–72.
15. Menon BK, d'Esterre CD, Qazi EM, Almekhlafi M, Hahn L, Demchuk AM, et al. Multiphase CT angiography: a new tool for the imaging triage of patients with acute ischemic stroke. *Radiology*. 2015;275(2):510–20.
16. Coutts SB, Lev MH, Eliasziw M, Roccatagliata L, Hill MD, Schwamm LH, et al. ASPECTS on CTA source images versus unenhanced CT: added value in predicting final infarct extent and clinical outcome. *Stroke*. 2004;35(11):2472–6.
17. Sallustio F, Motta C, Pizzuto S, Diomedi M, Rizzato B, Panella M, et al. CT angiography ASPECTS predicts outcome much better than noncontrast CT in patients with stroke treated endovascularly. *American Journal of Neuroradiology*. 2017;38(8):1569–73.
18. Allmendinger AM, Tang ER, Lui YW, Spektor V. Imaging of stroke: Part 1, Perfusion CT--overview of imaging technique, interpretation pearls, and common pitfalls. *American Journal of Roentgenology*. 2012;198(1):52–62.
19. Hosseini MB, Liebeskind DS. The role of neuroimaging in elucidating the pathophysiology of cerebral ischemia. *Neuropharmacology*. 2018;134:249–58.

20. Fieselmann A, Kowarschik M, Ganguly A, Hornegger J, Fahrig R. Deconvolution-based CT and MR brain perfusion measurement: theoretical model revisited and practical implementation details. *Journal of Biomedical Imaging*. 2011;2011:14.
21. Albers GW, Marks MP, Kemp S, Christensen S, Tsai JP, Ortega-Gutierrez S, et al. Thrombectomy for stroke at 6 to 16 hours with selection by perfusion imaging. *N Engl J Med*. 2018;378(8):708–18.
22. Austein F, Riedel C, Kerby T, Meyne J, Binder A, Lindner T, et al. Comparison of perfusion CT software to predict the final infarct volume after thrombectomy. *Stroke*. 2016;47(9):2311–7.
23. ASPECT Score in Acute Stroke. Basic Stroke Imaging Findings [Internet]. 2019 [cited 14 Feb. 2019]. Available from: <http://aspectsinstroke.com/casepacs/imaging-findings-of-stroke>.