

Role of Transcranial Doppler Ultrasound in Detecting Vasospasm After Subarachnoid Hemorrhage

Sansanee Saengwanitch, MD*, Asst. Prof. Narumon Kongsakorn, MD**

**Department of Psychiatry and Neurology, Phramongkutklo hospital, Bangkok 10400, Thailand, **Neurology division, Department of Medicine, Faculty of Medicine, Srinakharinwirot University, Nakhonnayok 26120 Thailand.*

Abstract

Vasospasm is the one of common complications of subarachnoid hemorrhage that leads to delayed cerebral ischemia. Various diagnostic tools have been used to detect vasospasm. Transcranial Doppler ultrasound, dynamic surveillance device that is feasibility to monitor patient after subarachnoid hemorrhage and providing the treating physicians of cerebrovascular hemodynamic information that help making decision for definite treatment.

Keywords: Vasospasm, subarachnoid hemorrhage, transcranial Doppler ultrasound (J Thai Stroke Soc. 2018;17(3):31-37)

Corresponding author: Sansanee Saengwanitch, MD (E-mail: dr.sansanee.sae@gmail.com)

Received 21 November 2017 Revised 3 December 2018 Accepted 4 December 2018

บทบาทของการตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงผ่านกะโหลกศีรษะ เพื่อตรวจหาภาวะบีบเกร็งของหลอดเลือดสมอง ภายหลังการเกิดเลือดออกใต้ชั้นเยื่อหุ้มสมองชั้นกลาง

พ.ท.หญิง พญ.ศันสนีย์ แสงวณิช*, ผศ.พญ.นฤมล คงสาคร**

*แผนกจิตเวชและประสาทวิทยา โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า กรุงเทพมหานคร 10400 ประเทศไทย, **หน่วยประสาทวิทยา ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ นครนายก 26120 ประเทศไทย

บทคัดย่อ

ภาวะบีบเกร็งของหลอดเลือดสมอง เป็นภาวะแทรกซ้อนที่พบได้บ่อยภายหลังการเกิดเลือดออกใต้ชั้นเยื่อหุ้มสมองชั้นกลางและเป็นสาเหตุสำคัญในการเกิดสมองขาดเลือดและเนื้อสมองตายตามมา ซึ่งจะทำให้เกิดความทุพพลภาพและเพิ่มอัตราการเสียชีวิต การใช้การตรวจหลอดเลือดสมองด้วยเครื่องตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงผ่านกะโหลกศีรษะจะทำให้สามารถตรวจติดตาม เฝาระวังและให้การตรวจเพิ่มเติมร่วมกับการรักษาได้อย่างทันท่วงที

คำสำคัญ: ภาวะบีบเกร็งของหลอดเลือดสมอง, การเกิดเลือดออกใต้ชั้นเยื่อหุ้มสมองชั้นกลาง, การตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงผ่านกะโหลกศีรษะ (J Thai Stroke Soc. 2018;17(3):31-37)

บทนำ

ภาวะบีบเกร็งของหลอดเลือดสมอง (vasospasm) ภายหลังการเกิดเลือดออกใต้ชั้นเยื่อหุ้มสมองชั้นกลาง (subarachnoid hemorrhage: SAH) พบได้ถึง 70% ของผู้ป่วย aneurysmal SAH โดยมักเริ่มเกิดภาวะนี้ ภายหลังการมีเลือดออกประมาณ 3-4 วัน พบได้สูงสุดในช่วงวันที่ 7-10 หลังเลือดออกและหายไปในช่วงวันที่ 14-21¹ ประมาณครึ่งหนึ่งของผู้ป่วยที่มีภาวะ vasospasm จะเกิดภาวะ delayed cerebral ischemia (DCI) ตามมาซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการเกิดภาวะพิการ และการเสียชีวิตภายหลังการมี SAH²

ภาวะ vasospasm นั้นเกิดจากการที่ผนังภายนอกของหลอดเลือดสัมผัสกับส่วนประกอบของเลือดที่ออกมาในชั้นใต้เยื่อหุ้มสมอง เกิดการกระตุ้นให้เกิดการบีบเกร็งของชั้นกล้ามเนื้อของหลอดเลือด จนเกิดการตีบของหลอดเลือดและทำให้การไหลเวียนของเลือดในหลอดเลือดนั้นๆลดลง³ การตรวจร่างกายเพื่อวินิจฉัยผู้ป่วยที่มีภาวะนี้ หลายครั้งจะทำได้ยาก พบได้บ่อยครั้งว่าผู้ป่วยมักอยู่ในภาวะ สูญเสียความรู้สึกตัว (coma) ทำให้การตรวจร่างกายทำได้ลำบาก และหากมีอาการถึงขั้นตรวจพบความผิดปกติแล้วมักเป็นผลจากการที่มีสมองขาดเลือดและเนื้อสมองตายเกิดขึ้นแล้ว

ผู้นิพนธ์หลัก: พ.ท.หญิง พญ.ศันสนีย์ แสงวณิช (E-mail: dr.sansanee.sae@gmail.com)

ดังนั้นการตรวจติดตามเพื่อหาความผิดปกติของการไหลเวียนของเลือดในสมองเพื่อวินิจฉัยภาวะ vasospasm ได้แต่เนิ่นๆโดยที่ยังไม่เกิดภาวะสมองขาดเลือด DCI นั้นจะช่วยลดความทุพพลภาพ และอัตราการเสียชีวิตที่เกิดจาก SAH ได้ โดยหลอดเลือดที่มักเกิดภาวะ vasospasm ได้แก่ หลอดเลือดแดงสมอง middle cerebral artery (MCA), terminal internal carotid artery (T-ICA), anterior cerebral artery (ACA) และหลอดเลือด basilar artery (BA) ตามลำดับ⁴

Diagnostic tools

เครื่องมือที่ใช้ตรวจหาภาวะ vasospasm แบ่งออกเป็นสองกลุ่มหลักคือ กลุ่มเครื่องมือที่ใช้ตรวจค้นหาการตีบแคบของหลอดเลือด โดยเครื่องมือที่ใช้กันอย่างแพร่หลายได้แก่ computed tomography (CT) angiography และการตรวจหลอดเลือดสมองด้วยเครื่องตรวจคลื่นเสียงความถี่สูง เช่น Transcranial Doppler Ultrasound (TCD) เป็นต้น กลุ่มที่สองคือเครื่องมือที่ใช้ตรวจการก้ำกับของสมอง เช่น CT perfusion เพื่อดูอัตราการก้ำกับของเลือดเลี้ยงสมอง ซึ่งแม้ว่าจะเป็น การตรวจที่ให้ข้อมูลได้ละเอียด แต่มีข้อจำกัดคือเป็นเครื่องมือที่ยังไม่มีความแพร่หลาย ต้องใช้ระบบการประมวลผลข้อมูลและอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการแปลผลตรวจและยังต้องการข้อมูลการศึกษาในเรื่องค่ามาตรฐานการวินิจฉัยและประโยชน์ทางคลินิกต่อไป⁵

สำหรับการตรวจด้วยเครื่อง TCD นั้นเป็นการตรวจวัดความเร็วการไหลของเลือดภายในหลอดเลือด ซึ่งจะไหลเร็วขึ้นเมื่อเริ่มมีการตีบแคบลงของหลอดเลือด นั้นๆ มีผลการศึกษาที่สนับสนุนประโยชน์ ทางคลินิกของ TCD ในการติดตามเฝ้าระวังภาวะ vasospasm หลังการเกิด SAH จนมีคำแนะนำให้ใช้ TCD ในการตรวจติดตามการเกิดภาวะ vasospasm

ปัจจุบันในแนวทางการดูแลผู้ป่วย SAH ของ American heart association/ American stroke association (AHA/ASA) ในปี 2012 ด้วยคำแนะนำระดับ IIa หลักฐานอ้างอิงระดับ B (class IIa, level B)⁶

Rationale behind the Use of Daily TCD Monitoring in Preference to Other Diagnostic Modalities

การตรวจหลอดเลือดสมองด้วยเครื่อง TCD เพื่อตรวจติดตามภาวะ vasospasm ที่เกิดขึ้นหลังจากการมี SAH นั้นมีความเหมาะสมอย่างมาก กล่าวคือ TCD เป็นเครื่องมือที่มีความสะดวกในการตรวจ สามารถเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ตรวจไปทำการตรวจข้างเตียงผู้ป่วยได้เลย ผู้ป่วยอาการหนักมักมีปัญหาเรื่องความผิดปกติของสัญญาณชีพและมักจะทำเคลื่อนย้ายผู้ป่วยไปตรวจนอกห้องอภิบาลได้ยากลำบากและยังสามารถทำการตรวจซ้ำได้บ่อยเท่าที่ต้องการโดยไม่มีอันตรายจากการได้รับรังสีเอกซเรย์หรือสารทึบรังสี (contrast media agent) ต่างจากการทำ CT angiography (CTA) ที่ต้องใช้สารทึบรังสีและผลที่ได้เป็นภาพของหลอดเลือดที่ตีบในช่วงนั้น (snapshot) มีข้อจำกัดการทำการตรวจซ้ำหลายๆครั้ง

TCD เป็นเครื่องมือที่มีความเป็น dynamic surveillance device ซึ่งมีความเหมาะสมกับกลไกการเปลี่ยนแปลงของภาวะ vasospasm เป็นอย่างดี การใช้ TCD เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของความเร็วของเลือดในหลอดเลือด เพื่อประเมินความรุนแรงของภาวะ vasospasm ทำให้วางแผนการตรวจเพิ่มเติมเช่น การทำ CTA ร่วมกับการรักษาควบคุมด้วยการให้ยา nimodipine และช่วยในการตัดสินใจให้การรักษาด้วยการทำ angioplasty ได้อย่างทันทั่วทั้งที่ในปัจจุบันจะใช้ตรวจ TCD ติดตามจนมั่นใจว่าผู้ป่วยพ้นต่อความเสี่ยงภาวะ vasospasm อีกทั้งมีบทบาทในการช่วยวินิจฉัยภาวะความดันในโพรงกะโหลกสูง (increased intracranial pressure) และภาวะสมองตาย (cerebral circulatory arrest) ที่อาจเป็นผลแทรกซ้อนภายหลังการเกิด SAH อีกด้วย⁷

Diagnostic criteria of vasospasm in TCD study

สำหรับเกณฑ์ในการวินิจฉัยภาวะ vasospasm ในหลอดเลือด MCA (ตารางที่ 1) และ BA (ตารางที่ 2) นั้นมีข้อมูลสนับสนุนการศึกษาที่ชัดเจน ในขณะที่หลอดเลือดอื่นๆที่เหลือนั้นมีเพียงเกณฑ์วินิจฉัยคร่าวๆ (ตารางที่ 3) เนื่องจากภาวะ vasospasm นั้นมักพบร่วม

กันกับภาวะ hyperemia ซึ่งเป็นกลไกการตอบสนองของโรคและเป็นผลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการรักษา โดยทั้งสองภาวะนี้ทำให้เกิดการสูงขึ้นของความเร็วเลือดเฉลี่ยในหลอดเลือด (increased MFV) จึงต้องมีการนำอัตราส่วนของความเร็วของหลอดเลือดในโพรงกะโหลกเทียบกับความเร็วของหลอดเลือดนอกโพรงกะโหลกเข้ามาใช้แยกสองภาวะนี้ออกจากกัน ซึ่งถ้าเป็นอัตราส่วนความเร็วของหลอดเลือด MCA กับ extracranial internal cerebral artery (EC-ICA) ข้างนั้นจะเรียกว่า Lindegaard ratio และอัตราส่วนความเร็วของหลอดเลือด BA กับ extracranial vertebral artery (EC-VA) นั้นเรียกว่า Sviri ratio โดยความเร็วของหลอดเลือด EC-VA นั้นคำนวณจากค่าเฉลี่ยของความเร็ว

ของหลอดเลือด VA ที่วัดจาก transforaminal window ที่ความลึก 40-50 มิลลิเมตร ทั้งสองข้างและความเร็วของหลอดเลือด extracranial ICA นั้นได้จากการตรวจวัดความเร็วของหลอดเลือดนี้บริเวณลำคอที่ความลึก 50 มิลลิเมตร

สรุป

ภาวะที่บีบเกร็งของหลอดเลือดสมองเป็นภาวะแทรกซ้อนหลังการเกิด SAH ที่สำคัญและพบได้บ่อย การตรวจการติดตามและเฝ้าระวังการเกิดภาวะนี้ด้วย TCD นั้นมีความเหมาะสมอย่างยิ่ง โดยมีเกณฑ์การวินิจฉัยที่ชัดเจนและช่วยแยกภาวะ hyperemia จากการรักษาได้

ตารางที่ 1. Transcranial Doppler Grading Criteria for Middle Cerebral Artery Vasospasm^{8,9}

MFV cm/s	MCV/EC-ICA MFV (Lindegaard) ratio	interpretation
<120	≤3	Hyperemia
>80	3-4	Hyperemia + possible mild spasm
≥120	3-4	Mild spasm + hyperemia
≥120	4-5	Moderate spasm + hyperemia
>120	5-6	Moderate spasm
≥180	6	Moderate-to-severe spasm
≥200	≥6	Severe spasm
>200	4-6	Moderate spasm + hyperemia
>200	3-4	Hyperemia + mild/residual spasm
>200	<3	Hyperemia

EC indicates extracranial; ICA, internal carotid artery; and MCA, middle cerebral artery.

ตารางที่ 2. Transcranial Doppler Grading Criteria for Basilar Artery Vasospasm¹⁰

MFV cm/s	BA/EC-VA MFV (Sviri) Ratio	interpretation
>70	>2	Vasospasm
>85	>2.5	Moderate or severe vasospasm
>85	>3	Severe vasospasm

BA indicates basilar artery; EC, extracranial; and VA, vertebral artery.

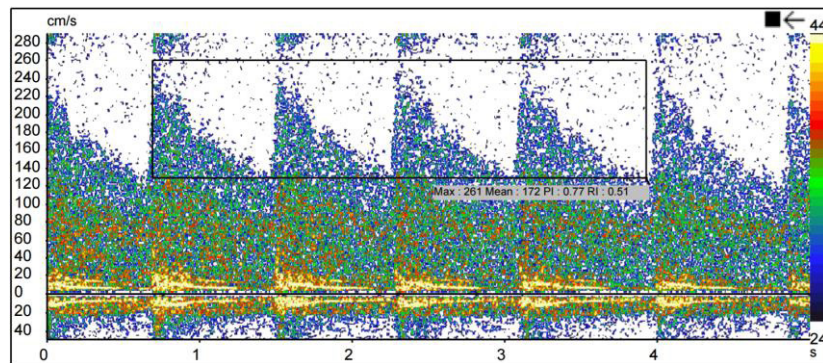
ตารางที่ 3. Transcranial Doppler Grading Criteria for Internal Carotid Artery, Anterior Cerebral Artery, Posterior Cerebral Artery, and Vertebral Artery Vasospasm¹¹⁻¹³

Artery	MFV, cm/s		
	Possible Vasospasm	Probable Vasospasm	Definite Vasospasm
ICA	>80	>110	>130
ACA	>90	>110	>120
PCA	>60	>80	>90
VA	>60	>80	>90

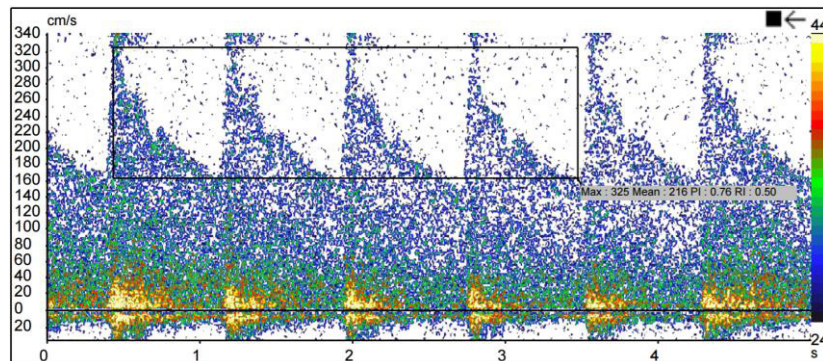
ACA indicates anterior cerebral artery; ICA, internal carotid artery; PCA, posterior cerebral artery; and VA, vertebral artery.

In the presence of ipsilateral middle cerebral artery or internal carotid artery vasospasm, the Sloan hemispheric ratio (anterior cerebral artery/extracranial internal carotid artery >4) is used for diagnosis instead.

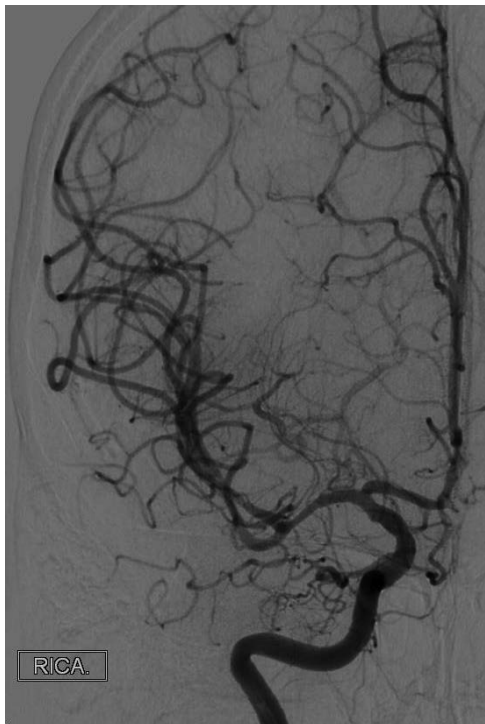
A.



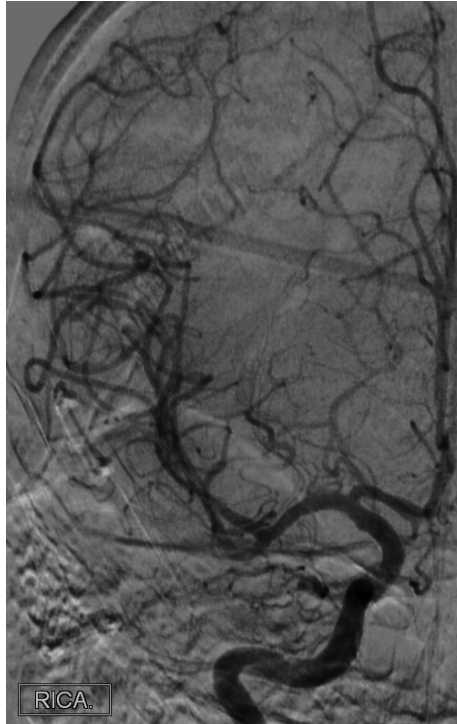
B.



C.



D.



A 31-year-old woman underwent TCD study due to post subarachnoid hemorrhage Day 7 revealed (A.) Moderate spasm and hyperemia of the right middle cerebral artery (RMCA MFV 172 cm/s; Lindegaard ratio, 4.6) (B.) Moderate spasm and hyperemia of the left middle cerebral artery (LMCA MFV 216 cm/s; Lindegaard ratio, 4.5) (C. and D.) Right internal carotid angiogram showed the middle cerebral arteries before (C.) and after (D.) IV nimodipine.

องค์ความรู้ใหม่

สำหรับการตรวจหาภาวะ vasospasm นั้นโดยมากมักใช้วิธีการสังเกตอาการ หากเกิดความผิดปกติใดๆ จะตรวจเพิ่มเติมด้วยการทำ CTA ซึ่งต้องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยและผู้ป่วยต้องเสี่ยงกับการใช้สารทึบรังสีและบางครั้งต้องตรวจติดตามหลายครั้ง การใช้เครื่องมือ TCD จึงมีส่วนสำคัญในการเข้ามาช่วยตรวจติดตามและตัดสินใจให้การรักษาได้ทันเวลาที่

เอกสารอ้างอิง

1. Dorsch NW, King MT. A review of cerebral vasospasm in aneurysmal subarachnoid haemorrhage. I. Incidence and effects. J Clin Neurosci 1994; 1: 19–26.
2. Kassell NF, Torner JC, Haley EC Jr, Jane JA, Adams HP, Kongable GL. The International Cooperative Study on the Timing of Aneurysm Surgery. 1. Overall management results. J Neurosurg 1990; 73: 18–36.
3. Sloan MA. Cerebral vasoconstriction: physiology, pathophysiology and occurrence in selected cerebrovascular disorders. In: Caplan LR, ed. Brain Ischemia: Basic Concepts and Their Clinical Relevance. Berlin: Springer, 1994. p.151–72.
4. Newell DW, Grady MS, Eskridge JM, Winn HR. Distribution of angiographic vasospasm after subarachnoid hemorrhage: implications for diagnosis by transcranial Doppler ultrasonography. Neurosurgery 1990;27:574–7.
5. van der Schaaf I, Wermer MJ, van der Graaf Y, Hoff RG, Rinkel GJ, Velthuis BK. CT after subarachnoid hemorrhage: relation of

- cerebral perfusion to delayed cerebral ischemia. *Neurology*. 2006; 66:1533–1538.
6. Connolly ES, Jr., Rabinstein AA, Carhuapoma JR, Derdeyn CP, Dion J, Higashida RT, et al. Guidelines for the management of aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2012 Jun;43(6):1711–37.
 7. Kumar G, Alexandrov AV. Vasospasm Surveillance With Transcranial Doppler Sonography in Subarachnoid Hemorrhage. *Journal of ultrasound in medicine : official journal of the American Institute of Ultrasound in Medicine*. 2015 Aug;34(8):1345–50.
 8. Lindegaard KF, Nornes H, Bakke SJ, Sorteberg W, Nakstad P. Cerebral vasospasm diagnosis by means of angiography and blood velocity measurements. *Acta Neurochir (Wien)* 1989; 100:12–24.
 9. Alexandrov AV. *Cerebrovascular Ultrasound in Stroke Prevention and Treatment*. Elmsford, NY: Blackwell; 2004.
 10. Sviridov GE, Ghodke B, Britz GW, Douville CM, Haynor DR, Mesiwala AH, et al. Transcranial Doppler grading criteria for basilar artery vasospasm. *Neurosurgery*. 2006 Aug;59(2):360–6; discussion –6.
 11. Wozniak MA, Sloan MA, Rothman MI, Burch CM, Rigamonti D, Permutt T, et al. Detection of vasospasm by transcranial Doppler sonography. The challenges of the anterior and posterior cerebral arteries. *Journal of neuroimaging : official journal of the American Society of Neuroimaging*. 1996 Apr;6(2): 87–93.
 12. Burch CM, Wozniak MA, Sloan MA, Rothman MI, Rigamonti D, Permutt T, et al. Detection of intracranial internal carotid artery and middle cerebral artery vasospasm following subarachnoid hemorrhage. *Journal of neuroimaging : official journal of the American Society of Neuroimaging*. 1996 Jan;6(1):8–15.
 13. Sloan MA, Burch CM, Wozniak MA, Rothman MI, Rigamonti D, Permutt T, et al. Transcranial Doppler detection of vertebrobasilar vasospasm following subarachnoid hemorrhage. *Stroke*. 1994 Nov;25(11):2187–97.