경두개색조이중도플러초음파; 뇌혈관구조 및 혈액학적 진단에서의 유용성

이동현 박종호

명지병원 신경과

Transcranial Color-coded Doppler; More Comprehensive Diagnostic Tool for Cerebrovascular Configuration and Hemodynamics

Dong Hyun Lee, Jong-Ho Park

Department of Neurology, Myongji Hospital, Goyang, Korea

B-스캔과 컬러 도플러 영상을 동시에 얻을 수 있는 경두개색조이중도플러초음파(transcranial color-coded doppler, TCCD)는 B-스캔으로 두개내 구조의 해부학적 위치를 영상으로 얻을 수 있고, 컬러스캔 혹은 파워스캔으로 두개내 혈관의 형태학적 정보를 얻을 수 있다. 뿐만 아니라 도플러 모드를 이용하여 뇌혈류를 실시간으로 확인하고 혈관과 초음파의 투사각도를 조절할 수 있으며 더 작은 표본용적(sample volume)으로 측정이 가능하여 뇌내혈관의 협착, 폐색, 굽어짐(tortuosity)으로 인한 국소 혈류변화의 감지에 더 유리하여 경두개 초음파(transcranial doppler, TCD)에 비하여 더 정확한 혈류속도 측정이 가능하다.^{1,2} TCD는 측두창이 불량할 경우 뇌혈관 정보를 충분히 얻을 수 없는 단점이 있고, 동양인, 여성, 연령이 증가할수록 높은 빈도를 보이며, 국내 연구에 따르면 약 30%에 달하는 환자가 여기에 해당하여 폭 넓은 임상적 활용에는 한계가 있다.³ 이러한 환자들에서 TCCD는 TCD와는 달리 불량측두창의 원인이 측두골 두께가 아닌 혈관주행의 굽어짐으로 인한 것임을 구분하는 데에도 유용할 것으로 보인다.

이러한 장점을 바탕으로 TCCD는 뇌혈관질환에서 다양하게 적용되고 있다. 허혈성 뇌혈관질환에 국한한다면, 급성 뇌경색 환자에서 두개내 혈관의 협착과 폐색의 유무를 확인할 수 있으며,⁴ 두개내 측부순환도 3-D time-of-flight 뇌혈관 자기공명 영상(magnetic resonance angiography,

MRA)과 동등하게 평가될 수 있다.^{5,6} 이 외에도 정맥혈전용해술 전후로 뇌혈관폐색 부위와 치료 후 혈관개통 여부를 TCCD로 정확히 확인할 수 있는데, 뇌혈관폐색의 정도를 기술하는 TCD의 thrombolysis in brain ischemia (TIBI) 분류와 비교하여서 TCCD에서의 consensus on grading intracranial flow obstruction (COGIF) 분류의 신뢰도가 떨어지지 않아서 혈관재관류술의 선정에도 유용할 것으로 보고 있다.^{7,8} 또한 일과성 허혈 발작 환자에서 뇌혈관협착을 뇌 MRA와 동등하게 감지하여 뇌졸중 단기 재발예측에도 유용하게 적용될 수 있다.⁹ 하지만 아직까지 국내에서 TCCD가 보편화되지 않아 TCD와는 달리 표준화된 검사지침과 정상 참고치에 대한 연구자료가 미흡한 실정이다.¹⁰

최근에 보고된 TCCD 연구¹¹는 일개 대학병원 신경과 외래에 내원하여 TCD 검사를 받은 환자에서 측두창이 좋고, 뇌혈관혈류속도가 정상이며, MRA에서도 협착과 변이가 없는 30명을 대상으로 선별하고 영상 바탕(image-based) TCCD와 주사각보정(angle-corrected) TCCD를 시행하여 TCD와 혈류속도를 비교하고 정상 참고치를 구하였다. 평균 연령이 61.2세로 임상현장에서 뇌혈관 진료로 접할 수 있는 환자군을 포함하였고, 이 중 약 절반에서 뇌졸중과 고혈압 병력이 있었다. 혈관 주행에 변이가 적은 중대뇌동맥에 국한하였고, 각 반구에 사전에 설정한 4개의 깊이(48 mm, 50 mm, 56 mm, 60 mm)에서 혈류를 측정하여 총 240개

Received: May 18, 2018

Accepted: May 21, 2018

Address for correspondence:
Jong-Ho Park

Department of Neurology,
Myongji Hospital, 55 Hwasu-ro 14beon-gil, Deogyang-gu,
Goyang 10475, Korea
Tel: +82-31-810-5460
Fax: +82-31-969-0500
E-mail: neurotector.jhp@gmail.com

의 측정자료를 분석하였다.

평균 혈류속도는 주사각보정을 하지 않은 TCCD에서 TCD보다 유의하게 낮게 나왔으나(54.08 ± 10.68 vs. 58.03 ± 10.72 , $p < 0.001$), 주사각보정을 한 경우 TCD와 속도 차이는 유의하지 않았다(59.37 ± 12.73 vs. 58.03 ± 10.72 , $p = 0.212$). 고연령군에서 평균 혈류속도가 감소하는 경향도 TCD와 일치하였다. 주사각보정이 전혀 필요하지 않은 환자를 제외하고 TCD와 주사각보정을 한 TCCD의 결과를 비교하였다면 이론상 평균 혈류속도가 TCD에 비하여서 유의하게 높게 나와 실제 혈류속도에 더 근접한 결과를 나타내었을 것으로 보인다.

혈관 구조를 영상으로 확인할 수 있고, 측정 부위를 보다 정밀하게 위치할 수 있으며 주사각도 조절을 통하여 혈류속도 측정의 정확도를 올릴 수 있는 TCCD는 혈관주행의 개인 간 차이로 인하여 주사각도 조정의 표준화가 매우 어렵고, 주사각도 조정이 60도를 넘어갈 경우 위양성 오류가 발생할 수 있어서 임상 적용에서 해석에 주의를 요한다.¹² 이번 연구에서도 혈관의 주행방향을 고려하여 초음파 주사각도를 조정한 angle-corrected TCCD 측정에서 50도 이상의 주사각 조정이 필요한 경우가 8.3%였고, 이들 중 30%가 TCD 검사 기준상 중대뇌동맥 협착으로 오판정되어 주사각 조정이 갖고 있는 문제점을 여실히 보여 주었다.

측정 숫자가 적어서 이번 연구의 자료를 정상 참고치로 하기에는 아직 무리가 있고, 단일 검사자가 수행하여 재현성을 확인할 수 없으며, 주사각도 조정의 기술적 어려움도 해결하여야 할 문제로 남아 있다. 하지만 영상으로 뇌혈관을 확인한 정상 혈관 환자에서 TCD와 TCCD의 혈류속도를 비롯한 다양한 측정지표를 국내 최초로 비교한 연구로서, TCCD를 이용한 후속 연구에 중요한 기초자료로 활용될 수 있을 것 같다. 앞으로 혈관 주행의 변이가 있어서 주사각도 조정이 필요한 환자군만을 대상으로 하여 주사각도 조정에 대한 표준화 논의가 이루어진다면 국내에서 TCCD를 이용한 뇌혈류 연구의 활성화에 도움이 될 것으로 보인다.

REFERENCES

1. Eggers J. Acute stroke: Therapeutic transcranial color duplex sonography. *Front Neurol Neurosci*. 2006;21:162-170.
2. Bogdahn U, Becker G, Winkler J, Greiner K, Perez J, Meurers B. Transcranial color-coded real-time sonography in adults. *Stroke*. 1990;21:1680-1688.
3. Ahn MK, Lee JS, Hong JM. Feasibility of 1.6-mhz probe for detection of cerebral blood flow in the poor temporal window. *J Korean Neurol Assoc*. 2014;32:8-13.
4. Baumgartner RW, Mattle HP, Schroth G. Assessment of $\geq 50\%$ and $< 50\%$ intracranial stenoses by transcranial color-coded duplex sonography. *Stroke*. 1999;30:87-92.
5. Sallustio F, Kern R, Günther M, Szabo K, Griebel M, Meairs S, et al. Assessment of intracranial collateral flow by using dynamic arterial spin labeling mra and transcranial color-coded duplex ultrasound. *Stroke*. 2008;39:1894-1897.
6. Wessels T, Bozzato A, Mull M, Klötzsch C. Intracranial collateral pathways assessed by contrast-enhanced three-dimensional transcranial color-coded sonography. *Ultrasound Med Biol*. 2004;30:1435-1440.
7. Nedelmann M, Stolz E, Gerriets T, Baumgartner RW, Malferrari G, Seidel G, et al. Consensus recommendations for transcranial color-coded duplex sonography for the assessment of intracranial arteries in clinical trials on acute stroke. *Stroke*. 2009;40:3238-3244.
8. Sobrino-Garcia P, Garcia-Pastor A, Garcia-Arratibel A, Dominguez-Rubio R, Rodriguez-Cruz PM, Iglesias-Mohedano AM, et al. diagnostic, prognostic and therapeutic implications of transcranial color-coded duplex sonography in acute ischemic stroke: TIBI and COGIF scores validation. *Rev Neurol*. 2016;63:351-357.
9. Nasr N, Ssi-Yan-Kai G, Guidolin B, Bonneville F, Larrue V. Transcranial color-coded sonography to predict recurrent transient ischaemic attack/stroke. *Eur J Neurol*. 2013;20:1212-1217.
10. Lee JY, Yu S, Lee SI, Jung KH, Seo WK, Park JM, et al. Transcranial doppler ultrasound: practice standards part 1. Test performance and interpretation. *J Neurosonol*. 2016;8:1-13.
11. Park JA, Jung KH, Kim JM, Lee WJ, Ko SB, Lee SH, et al. Comparative study of transcranial color-coded Doppler and transcranial Doppler sonography in middle cerebral artery. *J Neurosonol Neuroimag*. 2018;10:25-33.
12. Hoksbergen AW, Legemate DA, Ubbink DT, Jacobs MJ. Success rate of transcranial color-coded duplex ultrasonography in visualizing the basal cerebral arteries in vascular patients over 60 years of age. *Stroke*. 1999;30:1450-1455.