



REVIEW ARTICLE

허혈성 뇌졸중에서 경동맥 이중 초음파를 이용한 경동맥 죽상판 평가

을지대학교 의과대학 을지병원 신경과학교실

박 종 무

Carotid Plaque Evaluations by Carotid Duplex Ultrasound in Ischemic Stroke

Jong-Moo Park, MD, PhD

Department of Neurology, Eulji General Hospital, Eulji University College of Medicine, Seoul, Korea

ABSTRACT

Carotid endarterectomy (CEA) is performed in selected patient with carotid stenosis groups to prevent stroke. Symptomatology and degree of stenosis are the main clinical consideration to perform CEA. However, many patients undergo surgery without adequate evaluation of individual risk. There is therefore a need for adjuvant methods to identify high-risk subgroups of patients who particularly benefit from potentially hazardous interventions. Rapid progress in ultrasound techniques and increasing knowledge of methodology promise expending the territory of clinical applications for the assessment of cerebrovascular diseases. *Journal of Neurosonology 1(1):10-13, 2009*

Key Words: Carotid plaque, Carotid duplex

내경동맥 협착에 의한 뇌졸중은 전체 뇌경색의 약 10-15퍼센트를 차지하는 것으로 알려져 있다. 과거에는 주로 서양인에서 많이 관찰되었으나 우리나라로 점차 식생활 등이 서구화 되면서 내경동맥질환에 의한 뇌경색이 점차 증가하고 있다.¹

내경동맥 협착에 의한 뇌경색은 발생기전에 따라 크게 동맥간색전증(artery-to-artery embolism) 및 심한 협착에 의한 경계영역 뇌경색으로 나눌 수 있는데, 이 중 동맥간색 전증으로 인한 뇌경색 발생이 훨씬 흔하다. 상기 기전들에 의한 뇌경색은 경동맥의 동맥경화판을 제거하거나 경동맥의 내경을 넓히는 시술-경동맥 내막절제술 또는 스텐트 시술-에 의해 그 발생을 줄일 수 있다. 경동맥 내막절제술

은 증후성 내경동맥 협착이 70-99퍼센트로 심한 경우에는 그 효과가 크나, 50-69퍼센트의 경우에는 중등도의 효과가 알려져 있다. 비증후성 내경동맥 협착 정도가 60-99퍼센트인 경우에는 75세 이하의 환자에서 수술 전후 이환율 및 사망률이 3퍼센트 이하인 경우에 내막절제술의 효과를 기대해 볼 수 있다. 즉, 시술과 관련된 부작용 발생률을 고려하여 뇌경색 재발위험도가 높은 환자에 선별적으로 내경동맥 중재시술을 시행하는 것이 권고된다.²

뇌경색 재발의 고위험군 예측인자로는 단순히 내경동맥 협착 정도 이외에도 내경동맥 죽상판의 표면상태 및 죽상판 조성 등이 잘 알려져 있다. 따라서 내경동맥 죽상판의 형태 및 조성에 대한 평가를 위한 여러 영상의학 기

Received March 17, 2009 / Accepted November 18, 2009

Address for correspondence: Jong-Moo Park, MD, PhD

Department of Neurology, Eulji General Hospital, Eulji University College of Medicine, 280-1 Hagye 1-dong, Nowon-gu, Seoul, 139-711, Korea
Tel: +82-2-970-8304 , Fax: +82-2-974-7785, E-mail: jmpark@eulji.ac.kr

* 본 연구는 보건복지부 보건의료기술진흥사업의 지원에 의하여 이루어진 것임(A060171).

술이 발전해 왔고, 그 중 경동맥 초음파를 이용한 연구가 많이 보고되어 있다.

■ 경동맥 이중 초음파를 이용한 경동맥 협착 평가

고식적 혈관조영술(conventional angiography)은 경동맥 협착증의 치료로 내막절제술의 효과를 확인한 임상시험들에서 공통적으로 사용된 검사로 여전히 gold standard이나, 침습적이고 잠재적 위험성으로 인해 비침습적인 검사를 이용하여 협착정도를 평가하려는 노력이 계속되고 있다. 경동맥 초음파를 이용한 경동맥 협착도 평가를 위한 기준은 Table 1과 같다.³ 그러나 peak systolic velocity (PSV)만으로 협착정도를 예측하는 데에는 다음과 같은 문제가 있다. 첫째, 경동맥 협착이 80-90퍼센트 이상으로 심해지면 PSV가 감소하는 경향이 있다. 둘째, PSV는 내강 협착 정도만 아니라 좁아진 부위의 길이와도 상관이 있으며, 원위부 병변(tandem lesion)이 있는 경우에는 감소하기도 한다. 셋째, 반대쪽 경동맥의 협착 및 폐색에 의한 영향으로 PSV가 25-35퍼센트까지 증가 할 수 있다. 마지막으로 두 개강외 경동맥의 비틀림이 심한 경우 조사각(insonation angle)에 영향을 주어 측정값이 정확하지 않을 수 있다. 그러므로 PSV 위주로 경동맥 협착정도를 평가할 때 항상 이러한 오류의 가능성을 고려해야 한다.

■ 경동맥 이중 초음파를 이용한 경동맥 죽상판 평가

Mannheim Consensus⁴를 통해 결정된 경동맥초음파 상 죽상판의 정의는 다음과 같다. 두꺼워진 내중막두께(intima-media thickness)와 달리 죽상판은 동맥 내강으로 0.5 mm 이상 또는 주변 내중막두께보다 50% 이상 돌출된 국소 조직으로 정의하였다. 또한, 중막-외막으로부터 내막-내강 경계까지 측정한 부분의 두께가 1.5 mm를 넘는 경우도 죽상판으로 본다(Fig. 1). 경동맥 죽상판 선별 검사를 위해

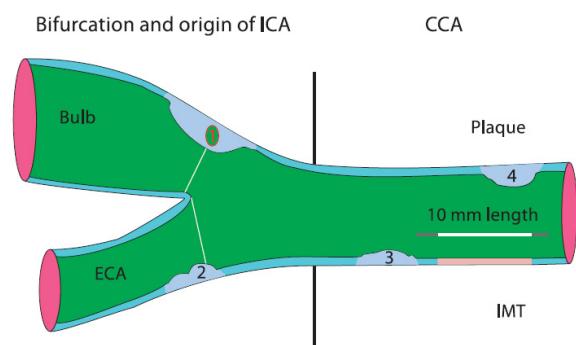


Fig. 1. Drawn representation of carotid tree, with plaque and IMT measurement according to Mannheim consensus. 1: thickness >1.5 mm; 2: lumen encroaching >0.5 mm; 3, 4: >50% of the surrounding IMT value.⁴

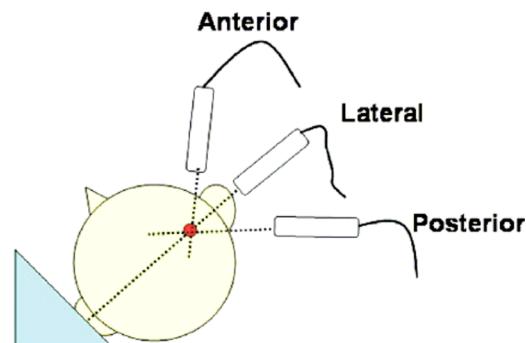


Fig. 2. Head position and probe orientation for carotid ultrasound scanning, right-side example.¹²

서는 총경동맥, 내경동맥 및 경동맥팽대부의 근위벽과 원위벽(near & far wall)을 확인하고, 경동맥 죽상판이 한 쪽으로 치우쳐져(eccentric) 위치할 수 있으므로 여러 각도에서 (circumferential scan ranging from anterior to posterior angles, Fig. 2) B방식 영상을 얻어야 한다.

경동맥 협착 정도는 중요한 뇌경색 위험인자로, 협착 정도가 10퍼센트 증가할 때마다 무증후협착의 경우는 31 퍼센트, 증후성협착의 경우는 10퍼센트 정도 뇌졸중 발생

Table 1. Consensus panel gray-scale and doppler ultrasonography criteria for diagnosis of ICA stenosis³

Degree of Stenosis (%)	Primary Parameters		Additional Parameters	
	ICA PSV (cm/sec)	Plaque Estimate (%) [*]	ICA/CCA PSV Ratio	ICA EDV (cm/sec)
Normal	<125	None	<2.0	<40
<50	<125	<50	<2.0	<40
50-69	125-230	≥50	2.0-4.0	40-100
≥70 but less than near occlusion	>230	≥50	>4.0	>100
Near occlusion	High, low, or undetectable	Visible	Variable	Variable
Total occlusion	Undetectable	Visible, no detectable lumen	Not applicable	Not applicable

* Plaque estimate (diameter reduction) with gray-scale and color Doppler US.

Table 2. Description of ultrasonographic findings of carotid plaque

- 1) Location - near or far wall, segment, side
- 2) Distribution
- 3) Surface contour-smooth, irregular, ulcer
- 4) Echogenicity-anechoic, hypoechoic, echogenic, hyperechoic, echodense
- 5) Texture-homogenous, heterogenous/mixed
- 6) Calcification
- 7) Shadowing
- 8) Motion

Table 3. Plaque echogenicity classification⁶

- | |
|---|
| Type 1 uniformly echolucent ± thin fibrous cap |
| Type 2 Predominantly echolucent, <50% echogenic areas |
| Type 3 Predominantly echogenic, <50% echolucent areas |
| Type 4 Uniformly echogenic |
| Type 5 Heavily calcified (acoustic shadow) |

가능성이 증가한다.⁵ 그러나, 협착 정도 이외에도 경동맥 죽상판의 표면 상태 및 조성에 따라 뇌졸중 발생 위험도가 다를 수 있다. 그 중 초음파 상 저음영의 복잡하고 균일하지 않은(complex heterogenous echolucent) 죽상판은 경동맥 협착정도가 심하지 않아도 뇌경색 발생 위험을 시사하는 초음파 소견이며 불안정 죽상판(unstable plaque)이라고 부른다. 증후성 불안정 죽상판의 병리학적으로는 내막 궤양(surface ulceration), 죽상판 파열(plaque rupture), 섬유성 덜개의 얇아짐(thinning of the fibrous cap), 대식세포 및 T세포 침윤(macrophage and T cells infiltration)을 관찰할 수 있다.

그러므로 경동맥 초음파검사에서 죽상판의 표면상태 및 조성에 대한 자세한 관찰이 중요하다. Table 2에 경동맥 초음파검사를 통한 경동맥 죽상판 기술에 일반적으로 포함되어야 할 내용을 정리하였고, Table 3에는 에코발생도(echogenicity)에 따른 죽상판 분류 기준을 제시하였다.⁶ Type 1 죽상판은 90퍼센트의 증후성 경동맥 협착 환자에서 관찰되었고, 반면에 type 4 죽상판은 95퍼센트의 비증후성 협착 환자에서 관찰되어 에코발생도가 높은 죽상판 일수록 뇌경색 발생위험도가 적은 경향을 보였다. 한편, 협착도가 70퍼센트 이하인 중등도 경동맥 협착에서 뇌경색이 발생한 환자에 특징적으로 저강도에코(echolucent) 죽상판이 흔히 관찰되는데 이는 저강도에코 죽상판이 불안정하고 색전증을 일으키기 쉬울 것이라는 것을 시사하는 소견이라 하겠다. 저강도에코 죽상판의 조직학적 소견으로 죽상판 출혈(plaque hemorrhage), 지질 및 신내막증식(lipid & neointimal hyperplasia) 및 탄성섬유(elastin fiber), 균질한 고강도에코 죽상판은 섬유성구성물(fibrous component)이 많은 안정한 조직 소견을 보여 임상적 예후와 잘

일치한다. 석회화가 있는 type 5 죽상판의 뒤로 검은 음영의 그림자를 보이는 경우가 있는데, 이를 후음향음영(post-acoustic shadowing, PAS)이라 하며, 이는 초음파에 대한 반향(reflection) 혹은 감쇄가 심하여 발생한다.

이러한 경동맥 초음파를 통한 죽상판 표면상태 평가에는 검사자간의 낮은 일치도가 문제가 된다. 경동맥 초음파 소견과 내막절제술 후 조직소견을 비교한 결과 죽상판의 불규칙한 표면을 검출하는 민감도가 27퍼센트로 낮게 보고되었고,⁷ 다른 보고에서도 협착도가 50퍼센트 미만인 경우는 77%의 검출률을 보였으나 50퍼센트 이상인 경우에는 41퍼센트로 민감도가 썩 좋지는 않다는 것을 염두에 두어야 할 것이다.⁸

■ 새로운 인자들

경동맥 죽상판의 위험도를 더 잘 예측하기 위한 다양한 시도가 있어 왔다. 일차원적인 협착 정도보다 우월한 방법으로 죽상판 면적을 이차원적으로 측정하거나, 삼차원적으로 죽상판의 용적을 측정하였더니 뇌졸중 발생예측 및 동맥경화증 치료효과 확인에 좀 더 효과적이었다는 결과가 있다.^{9,10} 또한, 죽상판의 섬유성덮개(fibrous cap)의 두께에 따른 안정성 즉 뇌졸중 발생위험도를 비교한 연구에서 안정한 죽상판을 시사하는 섬유성덮개의 두께가 650 μm 이상이라는 보고도 있다.¹¹

이러한 새로운 시도들이 향후 더 많은 환자들에서 재확인되고 임상적 예후와의 관련성도 확인된다면, 경동맥 죽상판이 있는 환자의 치료 및 추적관찰에 중요한 지식을 제공하게 될 것이다.

■ REFERENCES

1. Suh D, Lee S, Kim K, Park S, Lim S, Kim S, et al. Pattern of atherosclerotic carotid stenosis in Korean patients with stroke: different involvement of intracranial versus extracranial vessels. American Journal of Neuroradiology 2003;24:239-244.
2. Chaturvedi S, Bruno A, Feasby T, Holloway R, Benavente O, Cohen S, et al. Carotid endarterectomy-An evidence-based review Report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology. Neurology 2005;65:794-801.
3. Grant EG, Benson CB, Moneta GL, Alexandrov AV, Baker JD, Bluth EI, et al. Carotid Artery Stenosis: Gray-Scale and Doppler US Diagnosis--Society of Radiologists in Ultrasound Consensus Conference. Radiology 2003;229:340-346.
4. Touboul P, Hennerici M, Meairs S, Adams H, Amarenco P, Bornstein N, et al. Mannheim carotid intima-media thickness consensus (2004-2006). An update on behalf of the advisory board of the 3rd and 4th watching the risk symposium 13th and

- 15th European stroke conferences, Mannheim, Germany, 2004, and Brussels, Belgium, 2006. *Cerebrovasc Dis* 2007;23:75-80.
5. Inzitari D, Eliasziw M, Gates P, Sharpe BL, Chan RKT, Meldrum HE, et al. The Causes and Risk of Stroke in Patients with Asymptomatic Internal-Carotid-Artery Stenosis. *N Engl J Med* 2000;342:1693-1701.
 6. Geroulakos G, Ramaswami G, Nicolaides A, James K, Labropoulos N, Belcaro G, et al. Characterization of symptomatic and asymptomatic carotid plaques using high-resolution real-time ultrasonography. *British Journal of Surgery* 1993;80.
 7. Widder B, Paulat K, Hackspacher J, Hamann H, Hutschenreiter S, Kreutzer C, et al. Morphological characterization of carotid artery stenoses by ultrasound duplex scanning. *Ultrasound in medicine & biology* 1990;16:349-354.
 8. Comerota A, Katz M, White J, Grosh J. The preoperative diagnosis of the ulcerated carotid atheroma. *J Vasc Surg* 1990; 11:505-510.
 9. Spence JD, Eliasziw M, DiCicco M, Hackam DG, Galil R, Lohmann T. Carotid Plaque Area: A Tool for Targeting and Evaluating Vascular Preventive Therapy. *Stroke* 2002;33:2916-2922.
 10. Ainsworth CD, Blake CC, Tamayo A, Beletsky V, Fenster A, Spence JD. 3D Ultrasound Measurement of Change in Carotid Plaque Volume: A Tool for Rapid Evaluation of New Therapies. *Stroke* 2005;36:1904-1909.
 11. Devuyst G, Ruchat P, Karapanayiotides T, Jonasson L, Cuisinaire O, Lobrinus J-A, et al. Ultrasound Measurement of the Fibrous Cap in Symptomatic and Asymptomatic Atheromatous Carotid Plaques. *Circulation* 2005;111:2776-2782.
 12. James HS, Claudia EK, Hurst RT, Eva L, Christopher BK, Emile RM, et al. Use of Carotid Ultrasound to Identify Subclinical Vascular Disease and Evaluate Cardiovascular Disease Risk: A Consensus Statement from the American Society of Echocardiography Carotid Intima-Media Thickness Task Force Endorsed by the Society for Vascular Medicine. *Journal of the American Society of Echocardiography* 2008;21:93-111.