

# 경동맥 초음파

## Carotid Intima–Media Thickness

대구가톨릭의대 · 김기식

## 7.1. 서론

경동맥은 초음파도를 이용하여 쉽게 영상을 얻을 수 있는 동맥으로 경동맥의 동맥경화증 정도는 뇌졸중과 같은 뇌혈관 질환의 표식자일 뿐 아니라 관동맥의 협착 여부를 예측 가능케 하는 등 전신 동맥경화증과 관련된 예측 인자로 이미 잘 알려져 있다. 특히 경동맥의 내중막 두께(Carotid intima-media thickness)는 경동맥에 일반적인 동맥경화반의 존재가 없더라도 장기적인 뇌졸중 혹은 허혈성 심장질환의 발병을 예측할 수 있는 것으로 알려져 있다.

경동맥 영상은 현재 초음파도, CT, MRI 등 여러 영상적인 방법으로 얻을 수 있다. 초음파도는 기존의 심초음파도 기기 혹은 일반 초음파도 기기를 이용해서 가장 쉽고 신속하게 경동맥 영상을 얻을 수 있는 장점이 있으며 반복 검사가 가능하고 수술 혹은 중재적 시술 후 추적 검사에도 사용이 가능한 점, 또한 방사선의 위험이 없는 점 등으로 다른 영상 장비가 가질 수 없는 여러 장점으로 현재에 가장 많이 사용되는 진단 방법이다.

## 7.2. 경동맥의 해부학적 구조

경동맥은 대동맥궁(aortic arch)에서 시작하며 우측 경동맥은 팔머리동맥(brachiocephalic artery)에서 우측 빗장밑동맥(subclavian artery)과 총경동맥(common carotid artery: CCA)으로 분지되며 좌경동맥은 바로 대동맥궁에서 분지되어 목의 장축을 따라 주행하며 사람에 따라 높게는 C1 척추 부위, 낮게는 C6 척추 부위까지 다양한 부위에서 분지가 되나 대체로 C3 혹은 C4 척추 부위에서 내경동맥(internal carotid artery: ICA)과 외경동맥(external carotid artery: ECA)으로 분지된다.

분지 부위는 동맥경화증의 발병과 가장 연관이 있는 부위로 경동맥 검사시 반드시 관찰해야 하는 부위이다. 특히 외경동맥과 내경동맥의 분지 부위에 인간에서만 발견되는 팽대부위(carotid bulb)가 있는데 경동맥 관찰시 경동맥 팽대 부위의 해부학적 특성을 잘 기술할 필요가 있다(그림 1).

내경동맥은 팽대 부위 후방에서 다시 정상적인 직경을 보인다. 또한 내경동맥

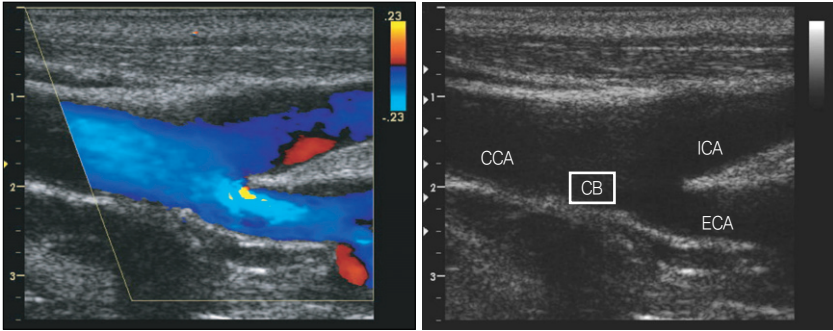


그림 1. 정상 총경동맥(CCA), 내경동맥(ICA), 외경동맥(ECA), 팽대부위(CB)의 B-mode, color Doppler 영상.

은 목부위에서 가지를 내지 않으며 원위부 내경동맥은 주행이 구불구불하여 초음파 검사시 그 주행을 따라갈 때가 어려운 경우가 많다. 외경동맥은 내경동맥에 비해 앞쪽, 안쪽으로 주행하며 여러 가지를 내며 안면과 두피에 혈류를 공급한다. 첫 가지로 내경동맥과 외경동맥 분지 직후 상갑상선 동맥(superior thyroid artery)을 내며 이 혈관은 내경동맥과 감별할 때 중요한 역할을 한다.

## 7.3. 검사 방법

### 7.3.1. 초음파도 장비

경동맥은 기시부와 두개골에 인접한 내경동맥의 원위부를 제외하고 대개 피부에서 2~3cm 정도 깊이에 위치한다. 그러므로 초음파도 탐촉자는 5MHz에서 12MHz의 고해상도 탐촉자가 추천된다. 그러나 팽대 부위를 포함한 내, 외경동맥의 분지 부위를 관찰하기 위해서는 7.5MHz의 탐촉자가 추천된다. 다행히 최근에 많이 사용되는 탐촉자는 다양한 고주파를 낼 수 있도록 조절이 가능하다. 초음파기기는 일반적인 기기로 가능하며 색도플러 초음파, Power Doppler가 장착된 기종이 도움된다.

### 7.3.2. 환자의 준비

우선 검사 전 간단한 문진을 해서 증상을 점검하고 뇌졸중의 병력이 있는지를 확인 한다. 또한 고혈압, 흡연, 당뇨병, 이상지질혈증, 허혈성 심질환이 있는지를

확인하고 청진상 경동맥 주행상에 혈류 잡음이 청진되는지 확인 후 검사를 시작하는 것이 검사의 집중도를 높이는 데 도움이 된다. 검사전 양 팔에 혈압을 측정 후 20mmHg 이상 차이가 나면 빗장밑동맥(subclavian artery)의 협착을 의심해야 한다.

### 7.3.3. 환자의 자세

환자는 편안하게 바로 누운 자세를 취하고 목 밑에 작은 베개를 바친 후 턱이 약간 들리는 상태를 취한다. 이때 너무 큰 베개를 사용하면 목의 움직임에 제한되어 오히려 검사를 어렵게 할 수 있다. 검사자는 피검자의 머리 부위에 위치하여 검사하는 것이 쉽게 혈관 영상을 얻을 수 있다.

### 7.3.4. 초음파 검사법

우선 단축 영상으로 총경동맥의 기시부를 확인하고 머리쪽으로 올리면서 경동맥 영상을 얻는다. 이러한 단축 영상은 혈관의 위치를 확인하고 편측에 위치하는 동맥경화반의 유무를 확인할 수 있다. 단축 영상에서 혈관의 상태를 확인 후 탐촉자를 90도 회전 후 장축 영상을 얻는다. 대부분의 경동맥 초음파도 검사는 장축 영상에서 이루어 진다.

### 7.3.5. 정상적인 혈관의 모양과 위치

#### 1) 총경동맥

총경동맥은 비교적 쉽게 그 위치와 크기를 측정할 수 있다. 총경동맥의 첫 1/3은 대동맥 혹은 팔머리동맥(brachiocephalic artery)에서 분지하여 피부를 향하는 방향으로 주행하다 피부와 평행하게 주행을 한다. 중간 부위의 총경동맥은 피부 방향에 평행하게 주행을 하며 마지막 부분은 팽대부를 형성하고 ECA와 ICA로 분지가 된다.

특히 마지막 1/3 부위는 동맥 경화증이 호발하는 부위로 특히 관심 있게 관찰해야 하며 동맥경화반이 심하게 있는 경우 정확한 위치의 혈류속도를 측정하기 어려운 경우도 있다.

## 2) ICA/ECA

ICA는 ECA에 비해 뒤쪽 바깥쪽으로 주행을 한다. 혈관의 크기는 팽대부위에서는 ICA가 큰 편이나 원위부로 가면 두 혈관의 크기는 유사해진다. ECA는 목 부위에 8개의 분지를 내는데 가장 먼저 나오는 분지는 상 갑상선 동맥이다. 이 동맥이 발견되면 ICA와 ECA 감별이 용이하다.

## 7.4. 혈관벽과 동맥경화반의 초음파도 소견

정상적인 혈관벽은 초음파도상에 이중의 밝은 선으로 보인다. 첫 번째 선은 내막(intima)을 나타내는 선이며 두 번째 밝은 선은 혈관 외막(adventitia)을 나타낸다. 중간의 검은선은 중막(media)을 나타낸다. 대체로 혈관 내막을 나타내는 선은 얇아 그 두께를 분명히 측정하기 어렵다. 이러한 혈관벽의 구조는 총경동맥에 가장 잘 관찰되는데 ICA에서는 초음파 입사각을 정확히 직각으로 하기 어려워 이중의 선을 관찰하기 어려운 경우도 있다.

동맥경화반(atherosclerotic plaque)은 혈관내로 돌출한 상태를 나타내며 초음파도 영상에 따라 여러 특성을 나타낸다. 동맥경화반은 균일한 음영을 나타내는 것과 밝고 어두운 초음파 음영이 섞인 비균일한 음영을 나타내는 두 가지 형태로 분류할 수 있다. 비교적 밝고 균일한 음영을 보이는 동맥경화반은 섬유화된 경화반으로 비교적 안정적인 경화반으로 간주되고 있으며(그림 2), 총경동맥에서 가끔 관찰이 된다. 석회화가 된 동맥경화반은 아주 밝은 영상을 보이며 석회화 뒤쪽으로 초음파 투과 장애로 그림자 영상이 생긴다. 특히 심한 석회화가 진행된 혈관은 혈류속도를 측정시 유의해야 한다. 동맥경화반내에 초음파 음영이 나타나지 않거나 아주 약한 초음파 음영이 있는 동맥경화반은 경화반 내부에 출

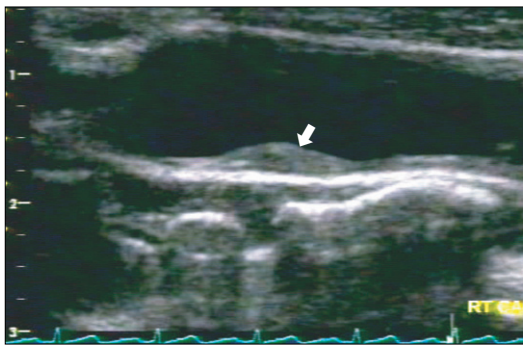


그림 2. 총경동맥의 fibrous plaque (arrow).

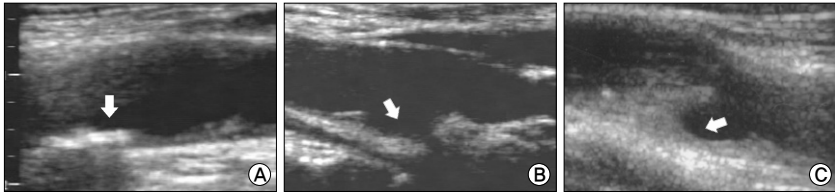


그림 3. 경동맥의 동맥 경화증의 다양한 형태.

A: Calcified carotid wall, B: Shallow ulceration (arrow), C: Deep ulceration of plaque (arrow)

혈, 지방 성분, 혹은 괴사된 조직이 있는 경우가 많다. 그러나 초음파 영상만으로 이를 감별하기는 어려우나 대체로 이러한 영상을 보이는 동맥경화반은 불안정한 동맥경화반으로 볼 수 있다(그림 3).

동맥경화반의 표면 형태도 임상적으로 중요한 의미를 나타낸다. 특히 색전증에 의한 뇌졸중은 경동맥에서 발생하는 경우가 많은데, 특히 궤양이 형성된 동맥경화반은 뇌졸중의 발생과 높은 상관관계를 보인다. 그러나 실제 초음파도상 궤양과 불규칙한 표면을 가진 경화반은 감별이 어려운 경우가 많다.

## 7.5. 도플러 초음파도를 이용한 경동맥 협착의 진단(그림 4)

간헐파혈도플러(pulsed wave Doppler) 초음파도를 이용하여 경동맥내 혈류 속도를 측정함으로써 경동맥의 협착을 진단할 수 있다. 혈류속도 측정시 주의할

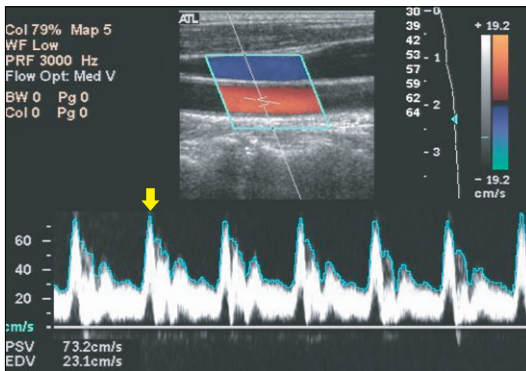


그림 4. 정상적인 총경동맥의 도플러 초음파도.

PSV: Peak systolic velocity(yellow arrow), EDV: End-diastolic velocity(blue arrow).

점은 혈류 방향과 도플러 측정각이 60도 이내에 있어야 하는데 만약 이 이하의 각도에서 측정이 불가능한 경우 실제 혈류속도보다 과하게 나타날 수 있어 측정치를 포기해야 한다.

측정시 또 다른 주의점은 혈관의 중앙에 sample volume을 위치시킨 후 측정해야 한다. 측정된 혈류

표 1. Consensus panel gray-scale and doppler US criteria for diagnosis of ICA stenosis

Degree of stenosis (%)	Primary parameters		Additional parameters	
	ICA PSV (cm/sec)	Plaque estimate (%) <sup>*</sup>	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. CCA: common carotid artery; EDV: end-diastolic velocity; ICA: internal carotid artery; PSV: peak systolic velocity; NA: not applicable

에서 최고속도(peak systolic velocity: PSV)와 이완기말 혈류속도(end-diastolic velocity: EDV)를 측정해야 하는데, EDV는 특히 심한 협착 소견이 있을 때 진단 가치가 있다. 대체로 내경동맥의 혈류속도를 측정하여 내경동맥의 협착을 추정할 수 있다(표1). 혈류속도와 경동맥 협착과는 이미 여러 연구에서 상관관계가 많은 것으로 나타나 있다.

## 7.6. 경동맥의 내중막 두께의 측정 (Carotid intima-media thickness)

전통적으로 경동맥의 내중막 두께는 B-mode 초음파로 측정하며 비교적 간단하고, 안전하며, 정확도와 재현성이 뛰어나 여러 임상 연구에 널리 이용되고 있다. 특히 경동맥의 내중막 두께는 독립적인 동맥 경화증의 위험인자로 평가되고 있으며, 약제를 이용하여 이러한 위험인자를 치료하는 경우 치료 효과를 판정케 해주는 등 그 용도가 다양하게 사용된다.

### 7.6.1. 측정 방법

측정 부위는 동맥경화반을 측정하기 위해서는 총경동맥과 내경동맥, 외경동맥

을 모두 관찰해야 한다. 측정 방법은 반듯이 누운 상태에서 sternoclavicular muscle(SCM)을 중심으로 앞쪽에서 경동맥을 관찰하는 방법과 SCM의 후방에서 관찰하는 방법이 있다. 대개 목이 짧거나 앞쪽에서 잘 보이지 않는 경우, SCM의 후방에서 관찰하는 것이 내경동맥 및 외경동맥을 좀 더 길게 관찰할 수 있다. 그러나 내중막 두께를 측정코자 할 때는 각 검사실마다 각기 다른 방법을 사용하고 있다. 특히 내중막의 두께를 측정하는 위치가 어디냐에 따라 크게 혈관 여러 곳의 앞, 뒤 혈관벽의 내중막 두께를 측정하여 평균하는 방법과 총경동맥의 원위 부위-즉 분지하기 전 부위를 컴퓨터를 이용하여 자동적으로 측정하는 방법으로 나눌 수 있다.

이 방법은 최근 많이 사용되고 있으며 사용도 간편하고 측정 오차도 많이 줄일 수 있는 장점이 있으나 일정한 한 부위만을 측정하는 단점도 있다. 여러 곳을 측정하는 경우 좌 우측 총경동맥, 분지부위, 내경동맥의 앞, 뒤 벽을 12곳 측정하는 방법이 전통적인 방법이나 이 방법 대신 2곳에서 6곳의 무작위로 선택한 부위의 최고 내중막 두께를 측정하여 평균 하는 방법 등 여러 방법이 사용 되고 있다. 여러 곳의 내중막 두께를 측정하면 대체로 동맥경화반이 포함될 수 있어 내중막 두께가 실제 독립적인 심혈관계 질환의 위험인자로 사용되는 이유이다.

최근의 컴퓨터를 이용한 자동화된 측정법은 총경동맥의 분지 전 1cm 정도를 택해 적절한 혈관 영상을 잡은 후 이를 컴퓨터에 전송한 후 컴퓨터에 의해 자동으로 측정하게 된다(그림 5). 이때 약 1cm내에 100군데를 설정하여 측정하게 된

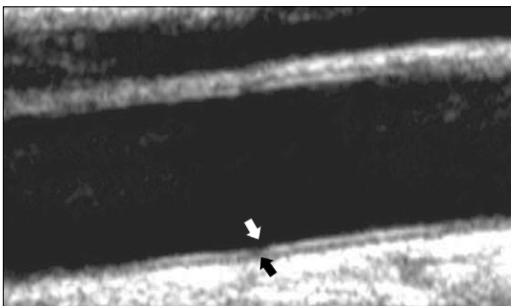


그림 5. 경동맥 내중막 두께(Carotid intima-media thickness)의 측정 방법. 혈관내강과 내막의경계부위(white arrow)에서 중막과 뇌막의 경계부위(black arrow)까지 두께를 측정한다.

다. 대체로 이러한 측정 방법의 오차는 3% 정도로 알려져 있다. 그러나 자동화된 측정 방법의 단점으로 총경동맥의 일부를 측정에 사용하기 때문에 동맥 경화에 의한 내막 증식과 혈관비후로 생기는 중막의 비후가 같이 측정되며 이를 정확히 구분하기 어려운 점이 있어 내중



막 두께가 진정 동맥경화를 대변할 수 있는지 좀 더 연구가 이루어져야 한다. 눈으로 직접 측정된 방법과 컴퓨터를 이용한 방법은 비교시 일부 연구에서 상관계수  $R=0.99$  정도로 거의 일치하는 상관 관계를 보이거나 절대값에서는  $0.03\sim 0.05\text{mm}$  정도 차이가 있는 것으로 보고되고 있다.

## 7.6.2. 내중막 두께 정상치

내중막 두께는 여러 인자에 의해 영향을 받는다. 정상치에 가장 큰 영향을 주는 인자는 연령과 성별에 따라 차이가 있다. 대체로 정상적인 내중막 두께는 정상적인 인구 집단에서 75percentile 이하에 속하면 정상으로 간주할 수 있으나 위험인자로서의 내중막 두께는 좀 더 자세한 역학적 연구가 필요하다. 그러나 어떠한 연령이든  $1\text{mm}$  이상시 내중막 두께는 증가된 것으로 간주할 수 있다. 국내에는 아직 대규모 연구는 없는 상태이나 최근의 미발표 자료이지만 국내 정상 성인의 내중막 두께는 위험인자가 없는 정상인에서 IMT치는  $0.7\text{mm}$  미만인 경우 정상으로 판단할 수 있다.

## 7.6.3. 심혈관계 질환의 위험인자와 관계

연령, 남성, 비만, 고혈압, 고지혈증, 당뇨병, 흡연과 같은 심혈관계 위험인자와 경동맥의 내중막 두께는 밀접한 관계가 있다. 이러한 결과는 이미 여러 역학 연구에서 증명되어 있다. 여러 위험인자들과 Framingham risk score와 경동맥의 내중막 두께는 양의 상관 관계가 있는 것으로 보고되고 있다. 최근에는 새로이 밝혀지고 있는 위험인자와 경동맥의 내중막 두께와의 관계에 대해서도 연구 중이다.

내중막 두께는 심혈관계 장기 손상 정도와 비교 연구도 많이 되어 있다. 뇌의 자기공명영상에서 병소가 있는 경우, 심혈관조영술상에서 관동맥 질환이 있는 경우, electron beam CT에서 관동맥 석회화가 있는 경우, 심초음파도에서 좌심실 비후소견이 있는 경우, 당뇨병 환자에서 소변에서 미세 단백뇨가 있는 경우, 심지어 혈관 내피세포 기능 장애가 있는 경우에도 경동맥의 내중막 두께는 깊은 상관 관계가 있는 것으로 보고 되고 있다.

내중막 두께를 심혈관계 질환의 예측 인자로 사용할 수 있다는 여러 연구 결과

도 있다. KIID 연구에서는 중년의 건강한 남성에서 내중막 두께가 1mm 이상 시 3년내에 급성 심근경색증의 발병이 2배 정도 증가할 수 있다는 보고한 이래 ARIC 연구에서는 내중막 두께 1mm 정도에 4~7년간 추적 조사 결과 관동맥 질환의 위험도가 남자에서는 2배, 여자에서는 5배 정도 나타난다고 보고하고 있고 뇌졸중은 6~9년 추적 조사에서 남자에서 3.6배, 여자에서 5.5배 정도 발생한다고 보고한 바 있다. 64세 이상의 노인을 대상으로 CHS 연구 결과에서도 내중막 두께 1.18mm 이상시 심혈관계 질환의 발병이 4배 정도 높은 것으로 보고하고 있다. 그 외 다른 연구 결과에서도 거의 같은 형태로 나타나고 있으며, 이러한 사실로 볼 때 경동맥 내중막 두께는 관동맥 및 뇌혈관계 질환의 발생을 예측할 수 있는 좋은 예측 인자로 사용이 가능하다. 그리고 여러 연구에서 나타난 결과는 총경동맥의 원위부만을 측정하는 것은 내경동맥 및 분지 부위를 측정하는 것보다 예측 능이 감소된다는 것을 보여주고 있다.

경동맥 내중막 두께의 또 다른 유용성은 현재 많이 사용되는 약제의 효과를 검증하는 것이다. 최근 많이 사용되는 스타틴 계열의 혈중 지질강하제, 칼슘 차단제 및 안지오텐신전환효소 차단제를 중심으로 하는 혈압강하제 등에서 경동맥 내중막 두께에 대한 연구가 있다. 대부분의 이러한 계열의 약제들이 적어도 내중막 두께가 두꺼워지는 것을 억제하거나 두께를 감소시키는 많은 연구 발표가 있었고 약제 간 효능 비교의 지표로 사용이 되기도 한다.

## 7.7. 결론

경동맥의 초음파도 영상은 심초음파도를 할 수 있는 경우라면 쉽게 접근이 가능한 부분이다. 경동맥의 영상은 실제 혈관에 존재하는 동맥경화반을 찾을 수 있고 이를 이용해 쉽게 환자의 예후를 평가하고 치료 결과를 평가할 수 있다. 또한 동맥경화반이 있는 경우에도 여러 곳 혹은 총경동맥의 원위부의 내중막 두께를 측정 함으로서 많은 혈관계 정보를 제공해준다.

## 참고문헌

1. Wyman RA, Fraizer MC, Keevil JG, et al. Ultrasound-detected carotid plaque as a screening tool for advanced subclinical atherosclerosis. *Am Heart J* 2005;150:1081-5.
2. Howard G, Sharrett AR, Heiss G, et al. Carotid artery intimal-medial thickness distribution in general populations as evaluated by B-mode ultrasound. *Stroke* 1993;24:1297-304.
3. Honda O, Sugiyama S, Kugiyama K, et al. Echolucent carotid plaques predict future coronary events in patients with coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 2004;43:1177-84.
4. Grant EG, Benson CB, Moneta GL, et al. Carotid Artery Stenosis: Gray-Scale and Doppler US Diagnosis? Society of Radiologists in Ultrasound Consensus Conference. *Radiology* 2003;229:340-6
5. O'Leary DH, Polak JF, Kronmal RA, Manolio TA, Burke GL, Wolfson SK. Carotid artery intima and media thickness as a risk factor for myocardial infarction and stroke in older adults. *N Engl J Med* 1999;340:14-22.
6. Bots ML, Hoes AW, Koudstaal PJ, Hofman A, Grobbee DE. Common carotid intima-media thickness and risk of stroke and myocardial infarction: the Rotterdam Study. *Circulation* 1997;96:1432-7.
7. Chambless LE, Folsom AR, Clegg LX, et al. Carotid wall thickness is predictive of incident clinical stroke: the Atherosclerosis Risk In Communities (ARIC) study. *Am J Epidemiol* 2000;151:478-87
8. Salonen JT, Salonen R. Ultrasonographically assessed carotid morphology and the risk of coronary heart disease. *Arterioscler Thromb* 1991;11:1245-9.