

신입성 전색의 진단에 있어서의 Transesophageal Echocardiography의 유용성

서울대학교 의과대학 신경과학 교실, 서울 시립 보라매 병원 신경과*,
서울대학교 의과대학 내과학 교실**, 서울 시립 보라매 병원 내과***

이근호 · 김주용 · 윤병우 · 노재규 · 이상복 · 명호진 ·
박성호* · 나덕렬* · 손대원** · 김철호***

—Abstract—

Transesophageal Echocardiography in the Detection of Intracardiac Embolic Sources in Cerebral Infarction

Geun Ho Lee, M.D., Joo Yong Kim, M.D., Byung-Woo Yoon, M.D., Jae Kyu Roh, M.D.,
Sang Bok Lee, M.D., Hejin Myung, M.D., Seong-Ho Park, M.D.*,
Duk Lyul Na, M.D., Dae Won Sohn, M.D.**., Chul Ho Kim, M.D.***

Department of Neurology, College of Medicine, Seoul National University

*Department of Neurology, Boramae City Hospital**

*Department of Internal Medicine, College of Medicine, Seoul National University***

*Department of Internal Medicine, Boramae City Hospital****

To evaluate the effectiveness of transesophageal echocardiography (TEE) for detecting potential intracardiac sources of cerebral emboli, we used both TEE and precordial conventional transthoracic echocardiography (TTE) in 27 patients with cerebral infarction.

Group 1 had no clinical cardiac abnormality, and group 2 had cardiac abnormalities upon clinical examination. In group 1 (N=18), TEE defined morphologic abnormalities in six patients (three with atrial appendage thrombus, two with patent foramen ovale, one with atrial septal aneurysm), whereas precordial echocardiography none. Although both echocardiographic techniques revealed cardiac abnormalities in eight patients out of group 2 (N=9), only TEE could disclose left atrial appendage thrombus in six patients.

We suggest that patients of cerebral infarction, without demonstrable causes by conventional studies including two-dimensional echocardiography, should undergo TEE with the Valsalva maneuver.

서 론

심장에서 기인된 색전에 의해 초래된 일과성 뇌허혈 및 허혈성 뇌졸중의 진단 및 치료와 예방을 위해서는 색전을 일으킬 수 있는 심장내의 원인을 찾는 것이 필요하다. 따라서 심인성 색전이 의심되는 경우에는 매우 철저한 심장학적 조사를 시행하게 되지만 병력 취취, 이학적 검사, 심전도등으로 얻어낸 임상적 정보외에, 지금까지 쓰여온 이차원적인 경흉심에코도(transthoracic echocardiography; 이하 TTE라 약함)를 이용하였을 때 뇌색전을 일으킬 수 있는 심장내의 이상조건을 더 밝힐 수 있었던 경우는 적었고(Good 등 1986, Cerebral Embolism Task Force 1986, Knopman 등 1982) 임상적으로 심장질환을 가진 것이 분명하지 않은 환자에서의 성적은 더욱 낮은 것으로 알려져 있다(Robbins 등 1983).

그러므로 더욱 정확하고 예민한 심장영상기 진단에 필요한데, 최근에 개발된 경식도 심에코도(transesophageal echocardiography; 이하 TEE라 약함)가 TTE의 단점을 보완하고 뇌색전을 일으킬 수 있는 심장내의 원인을 찾아내는 성적을 향상시켰다는 보고가 해외에서 늘고 있으나(Seward 등 1988; Zenker 등 1988; Aschenberg 등 1986), 국내에서는 아직 보고가 없는 상황이다.

이에 저자들은 서울대학병원 및 영등포 시립병원에 입원하거나 응급실로 내원한 허혈성 뇌졸중 환자들중에서 심인성 색색증이 의심되는 경우에 TTE와 TEE를 같이 시행하고 그 결과를 비교하여 TEE의 유용성을 알아보고자 하였다.

연구대상 및 방법

1990년 7월에서 1991년 3월까지 서울대학교 병원과 영등포 시립병원에 입원하거나 응급실로 내원한 환자들중 신경학적 검사, 뇌 전산화 단층촬영 및 뇌 자기공명영상으로 일과성 뇌허혈 또는 급성 허혈성 뇌졸중으로 진단받은 환자들을 대상으로 본 연구를 시행하였는데, 이들 중 고혈압, 당뇨병 및 고지질혈증 등의 뇌전색증 이외의 원인으로 뇌경색이 발생하였다고 생각되는 환자들은 본 연구에서 제외하였다. 또한 상태가 너무 중하거나 고령으로 TEE를 시행할 수 없었던 환자들도 제외하였다.

대상 환자 모두에서 심장학적 검사를 시행하였는데 증상 발현후 심장학적 검사까지의 기간은 모두 10일 이내였다. 이는는 병력취취 및 이학적 검사와 심전도, 흉부 필드젠 촬영을 포함하였고 Table 1과 같은 기준에 의해 실질한 여부를 판단하였다. 또한 이들 모두에게 TTE를 시행하여 실질환의 존재유무를 알아보았는데 TTE에서 혈전이 발견된 환자는 TEE를 시행하지 않았으므로 대상에서 제외되었다.

이리하여 연구의 대상이 된 환자들은 모두 27명으로서 이 환자들에게 TEE를 시행하였다. 환자들의 나이는 17세에서 77세까지로 평균연령은 43.8 ± 13.8 세였으며 남자가 20명, 여자가 7명이었다.

이들을 두 그룹으로 나눌 수 있었는데, 제1군의 18명은 임상적으로 심장질환의 증거가 없었던 환자들이었다. 제 2군의 9명은 임상적으로 심장질환이 의심된 환자들로서 4명은 승모판 협착증의 소견이었고, 인공 심장 판막을 가진 환자가 1명, 비관막성 심방세동을 보인 환자가 4명이었다.

사용된 TEE는 Aloka 870 imaging system으로서 유연성이 있는 위 내시경의 끝에 fiberoptic대신 bi-plane transesophageal 5.0MHz transducer를 사용하였다. 이 esophageal probe를 lidocaine 국소마취하에 식도에 삽입하여 상부 위장관 내시경과 같은 방식으로 조작하였다. Probe를 식도내에서 4-chamber view가 가능한 위치에 두고 이때 승모판 및 심건색(chordae)등의 이상유무를 보았다.

좁은 probe를 위로 끌어올리면 좌심방과 좌심이(left atrial appendage)가 잘 보이게 되므로 좌심방내 혈전 존재 여부를 관찰할 수 있었고 심방중격을 관찰하여 심방중격류(atrial septal aneurysm)가 있는지 살펴보았다.

난원공개방증(patent foramen ovale)등의 심장 내 우좌단락(right-left shunt)을 찾기위해 조영제(contrast material)로 미세한 공기방울을 가진 생리 식염수나 indocyanine green등을 정맥내에 주입하였고(Fraker 등 1979), Valsalva maneuver와 같은 유발조작을 써서 심방간 압력차이를 일시적으로 역전시킴으로써 우심방에 있던 조영물질이 좌심방으로 넘어가는지의 여부를 관찰하였다.

결 과

제1군, 즉 임상적으로 심장질환이 의심되지 않았

던 18명의 환자들에서는 TTE에서도 이상이 발견되지 않았고 TEE에서는 6명에서 허혈성 뇌졸중의 원인이 되었다고 생각되는 심장내 이상이 발견되었다.

그 양상으로는, 3명에서 좌심이 내의 혈전이 발견되었고, 2명에서 난원공개방증, 1명에서 심방중격류가 발견되었다(Table 2). 나이별로는 45세 이하의 환자 13명 중 5명, 45세 이상의 환자 5명 중 1명이었는데 2명의 난원공개방증 환자들은 모두 45세 이하였다. 심방중격류가 있는 환자 1명은 얇고 hypermobile한 심방중격이 좌우심방쪽으로 oscillation하는 것을 볼 수 있었는데 이와 동반될 수 있는 심방 중격 결손의 여부를 알기 위해 조영제를 주입하였으나 우 좌단락은 볼 수 없었다.

임상적으로 심장질환이 있었던 제2군 환자 9명중 1명에서는 심방세동이 있었으나 TTE와 TEE에서 다른 이상이 없었고 나머지 8명에서는 심에코도상에서 이상소견이 발견되었다. 좌심방 확장이 있었던 경우가 3명이었고, 승모판 협착증이 4명, 그리고 인

공판막을 가지고 있던 경우가 1명이었는데 이러한 소견은 TTE와 TEE가 일치하였다. 좌심방 확장이 있었던 3명 모두와 승모판 협착증 환자중 3명에서 심방 세동이 있었다. TTE로 발견하지 못했던 좌심 이 내의 혈전이 TEE검사상 6명에서 확인되었는데 이중 3명은 승모판 협착증 환자였고, 2명은 좌심 방 확장이 있던 경우였으며 나머지 1명은 인공판막 을 가진 환자였다(Table 2). 따라서 뇌색전의 원인이 될 수 있는 좌심이내 혈전, 난원공개방증, 심방 중격류 등의 심장 이상이 TEE검사로써 추가로 발견 된 경우는 전체 27명중 12명이었다.

고 찰

TEE는 종래의 TTE가 지닌 단점을 보완할 수 있는 새로운 초음파 검사법이다. 비만한 환자나 만성 폐색성 폐질환 환자에게 TTE를 시행할 경우, 흉부의 지방조직과 폐 등의 구조물을 투과하기 위해 높은 주파수를 쓰지 못함으로써 초래되는 낮은 해상도의 문제를 식도 속에 transducer를 넣으므로써 개선할 수 있을 뿐 아니라 식도가 좌심방과 가깝기 때문에 좌심방 및 그 심이와 심방중격을 자세히 관찰할 수 있다(Aschenberg 등, 1986). 또한 TEE는 인공 판막을 가진 환자의 경우 그로 인한 좌심방의 인공 음영이나 초음파의 차폐가 생기지 않으므로 이들 환자의 좌심방내 혈전을 잘 찾아낼 수 있다고 알려져 있다(Curie와 Krishnaswamy 1990).

여러 조사에 따르면 환자 집단이나 진단 기준 등의 차이때문에 다소 차이가 있으나 대개 전체 허혈성 뇌졸중 환자의 약 15%(6%—23%)가 심인성 색전에 의한 것이라고 하는데(Cerebral Embolism Task Force 1986, 1989; Bogousslavsky 등 1988;

Table 1. Criteria for cardiac abnormalities on clinical examination.

Investigation	Findings
Clinical history	Known valvular heart disease Angina pectoris Cardiac arrhythmia Previous myocardial infarction
Physical examination	Cardiac murmur Atrial fibrillation Signs of cardiac insufficiency
Electrocardiography	Atrial fibrillation Old myocardial infarction Ischemic changes
Chest roentgenography	Cardiac enlargement (cardiothoracic ratio>50%)

Table 2. Cardiac abnormalities detected by TTE and TEE in 27 patients

Group	TTE		TEE	
	Abnormalities	N	Abnormalities	N
1; No cardiac abnormalities on clinical examination (N=18)	—	0	Patent foramen ovale	2
2; Having clinical cardiac abnormalities (N=9)	Left atrial dilatation Mitral stenosis Prosthetic mitral valve stenosis	3 4 1	Left atrial appendage thrombus	3
			Atrial septal aneurysm	1
			Left atrial dilatation	3
			Mitral stenosis	4
Prosthetic mitral valve stenosis	1	Prosthetic mitral valve stenosis	1	
			Left atrial appendage thrombus	6*

*3 with mitral stenosis, 2 with left atrial dilatation, 1 with prosthetic mitral valve stenosis.

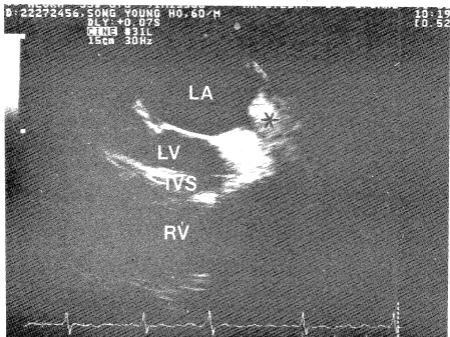


Fig. Transesophageal echocardiography showing a left atrial thrombus (*). LA, left atrium; LV, left ventricle; IVS, interventricular septum; RV, right ventricle.

Olsen 등 1985) 깊은 환자들에게서는 그 빈도가 더욱 높다고 하며 (Ferro와 Crespo, 1988; Gagliardi 등, 1985) 최근의 구미의 조사들에서는 대체로 6명의 허혈성 뇌졸중 환자 중 1명꼴로 그 원인이 심인성 색전에 의한 것이라고 알려져 있다 (Cerebral Embolism Task Force, 1989).

이렇듯 심인성 색전이 뇌졸중의 주요원인이 되기 때문에 뇌졸중 환자가 발생하였을 때 철저한 심장학적 조사를 통해서 그 원인이 심장에서 기인한 색전 때문인지를 밝혀 내는 것은 환자의 치료 및 예방 방지를 위해 아주 중요하다.

급작스런 신경학적 이상 증상의 발현은 그 뇌졸중의 발생기전이 전색성임을 시사한다고 믿어졌으나 전색성 이외의 다른 원인으로 인한 뇌경색 환자들의 14% 내지 66%에서도 증상 발현이 급작스럽게 나오고 (Ramirez-Lassepas 등 1987, Caplan 등 1983) 심장에서 기인한 색전과 근위부의 동맥에서 기인된 동맥간 (artery-to-artery) 색전으로 인한 뇌허혈의 증상과의

구별이 힘들기 때문에 증상만으로써는 심인성 색전에 의한 뇌허혈을 진단하기는 곤란하다.

이제까지 심장조영에 쓰여온 TTE로써, 심인성 색전을 일으킬 수 있는 심장내의 이상조건을 찾아내는 성적은 시행한 환자의 약 10% (4%에서 16% 범위) 정도라고 한다. 그러나 이들 중에는 이미 심장질환의 임상적인 증상을 가지고 있는 경우가 많았고 임상적으로 심장질환을 가지지 않은 환자들 중에서는 TTE의 성적은 불과 1.5% (0%에서 6% 범위) 뿐이었다 (Biller 등, 1986b; Robbins 등, 1983; Nishide 등 1983). 이렇듯 임상적으로 심질환의 증거가 없는 환자들에게서의 TTE의 낮은 성적때문에 그 시행의 필요성에 의문을 제기하는 의견도 있으나 (Come 등, 1983) TEE가 TTE의 이런 낮은 성적을 향상시킬 수 있다는 보고가 늘고 있다.

Zenker 등 (1988)은 임상적으로 심질환의 증거가 없고 TTE상에서 이상을 발견하지 못한 깊은 뇌졸중 환자 20명 중 9명에서 TEE를 통해 승모판 탈출,

심방 중격 결손 등의 심장내 이상소견을 발견하였는데 이런 소견들은 정상대조군 가운데서의 발견 빈도(23명중 4명)와 비교할때 통계적으로 유의한 차이가 있어 뇌졸중의 기전이 심인성임을 시사한다고 하였다.

Pop 등(1990)은 일과성 허혈 및 가벼운 뇌졸중 환자 150명에게 TTE과 TEE를 시행하여 임상적으로 심질환의 증거가 없는 환자 53명중 5명에서 TEE를 통해 TTE로 찾지 못한 심장이상을 찾아내었는데 이중 1명이 좌심내의 혈전을 가지고 있었다.

본 연구에서도 임상적으로 심장의 이상소견을 보이지 않은 18명의 대상 환자들 중 6명에서 TTE로 발견하지 못하였던 심장내의 이상소견을 TEE로 찾아내었고 그중 3명이 좌심내의 혈전을 가지고 있었다.

최근 조사에서 허혈성 뇌졸중의 6% 내지 24%가 심방세동과 연관이 있다고 한다(Olsen 등, 1985; Harrison과 Marshall, 1984). 심방세동때 발생하는 좌심방내 혈전은 50%이상 좌심내에 위치하는데(Van den Berg 등, 1988) 이곳은 TTE상에서 잘 보이지 않는 구조물이므로 혈전을 찾는 성격이 낮았으나 TEE는 전술한 바와 같이 식도를 통해 좌심내에 가까이 접근할 수 있고 signal-to-noise ratio의 개선 및 transducer의 높은 주파수 덕분에 훨씬 우수한 영상을 얻을 수 있어서 좌심내의 혈전을 찾는 데 유리하다(Aschenberg 등, 1986).

Pop 등(1990)은 임상적으로 심장의 이상이 있는 19명의 뇌졸중환자중 6명에서 TTE과 TEE상 좌심방이나 좌심실의 확장을 발견하였고 이들은 모두 심방세동이 있었는데 이중 2명에서 TEE에서만 좌심내의 혈전을 발견하였다고 하였다. 본 연구에서는 TTE에서 심장내의 혈전이 발견되지 않은 환자에게 TEE를 시행하였기 때문에 TTE로 심내의 혈전을 찾아낸 성적을 TEE와 구체적으로 비교할 수는 없었으나 TEE를 시행한 심방세동 환자 7명중 6명에서 좌심내의 혈전을 찾아낸 것으로 미루어 심방세동이 심장내 혈전 생성 및 뇌전색과 연관이 깊고 TEE로써 이를 더욱 잘 찾아낼 수 있음을 추측할 수 있었다.

기이성 전색(paradoxical embolism)은 정맥순환계가 우심방 또는 우심실 내의 물결이 폐포혈관계를 거치지 않고 심방 중격 또는 심실 중격의 단락을 통해서 체순환계로 들어갈 때 일어난다. 최근의 지적

은 우심방압력의 지속적인 상승이 없이도 Valsalva maneuver로 일시적으로 증가된 압력으로 인해 난원공 개방증등을 통해서 기이성 전색이 많이 일어난다고 한다(Biller 1986a, 1986b, 1987; Harvey 등 1986; Loscalo, 1986). 조영 심에코도(contrast echocardiography)를 쓴 여러 조사들에 의하면 대체로 정상 인구의 10%내지 18%에서 난원공개방증에 의한 심방간의 생리적인 단락을 보였다(Jones 등, 1983; Lynch 등, 1984). Lynch 등(1984)은 18세에서 35세까지의 건강한 성인에서 우심방에서 좌심방으로의 단락이 안정시에 5%, Valsalva maneuver때는 18%가 일어난다는 것을 밝혔다. 부검에 의한 조사에서도 29%까지 난원공개방증의 유행율을 보였다(Hagen 등, 1984).

Biller 등(1986b)은 15세에서 45세까지의 비출혈성 뇌격색(nonhemorrhagic infaction)환자로서 심혈관계 질환등의 위험인자를 발견할 수 없었던 9명중 5명에서 조영제를 쓴 심에코도로 기이성 전색을 밝혔고, Lechat 등(1988)은 확실한 원인을 증명할 수 없는 뇌졸중 환자의 48.8%에서 난원공개방증을 발견하였다.

젊은 허혈성 뇌졸중 환자들의 난원공개방증 유행율이 정상인들보다 높은 것으로 보아 이들 연령층의 허혈성 뇌졸중의 기전을 설명하는데 난원공개방증이 큰 부분을 차지함을 알 수 있다. 그러므로 기전을 설명할 수 없는 젊은 성인의 허혈성 뇌졸중환자에게서 난원공개방증이 발견되면 기이성 전색이 뇌졸중의 원인이 됨을 시사한다고 하였다. 상기의 보고자들은 원인 미상의 뇌전색증을 보이는 젊은 연령의 환자에게서 동상의 TTE소견이 정상일 경우 TEE를 시행하여 심장내 후좌단락으로 인한 전색증을 배제해 주어야 한다고 주장하고 있다.

본 연구에서도 대상환자 27명중 임상적으로 뇌졸중의 위험 인자가 발견되지 않은 45세이하의 환자 13명중 2명에서 TEE로써 난원공개방증이 발견되어 이들 젊은 연령층의 뇌졸중의 기전을 설명할 수 있었고 TEE가 TTE보다 이를 찾는 데에 효과적임을 알 수 있었다.

심방중격류는 심방중격에 있는 난형와(fossa ovalis)의 부분적인 돌출부이다. 이것은 압력차이의 변화에 따라 좌우심방으로 변형되어가며 튀어나오거나 우심방쪽으로 튀어나온 채 있기도 한다. 이것은 승모판탈출등이 동반되는 것으로 보아 결합조직의

과잉으로 인한 것으로 생각되는데 부검례의 1%, 그리고 전색이 있는 환자의 심에코도상에서 0.2%내지 2%를 차지한다(Hanley 등, 1985).

심방중격류가 있는 환자도 색전증을 일으킬 수 있다고 알려져 있는데, 그 기전에 대한 설명은 심방중격류에 동반되는 중격결손때문에 초래되는 우좌단락에 의한 기이성 색전이나(Belkin 등 1987; Shenoy 등 1987), 심방중격류자체 또는 그의 동반된 순모관 탈출증, 심방세동등에서 발생한 혈전으로 인한 것이라고 추측된다(Gallet 등, 1985). Belkin 등 (1987)은 36명의 심방중격류 환자중 10%에서 뇌혈관 전색이 발생하였다고 하였다.

TEE는 심방중격을 잘 관찰할 수 있기 때문에 심방중격류의 존재를 밝혀내는데 유리하다. 본 연구에서 임상적으로 심장질환의 증거가 없는 45세 이하의 환자 13명중 1명에서 심방중격류가 발견된 것은 비록 조영제 심에코도(contrast echocardiography)상으로 우좌단락을 보이지 않았으나 앞의 연구들을 고려할 때 이 환자는 심방중격류에서 기인된 뇌전색이라고 추측할 수 있었다.

조사의 대상으로서 45세 이상의 환자가 적은 것은 연령이 증가할 수록 심장질환이외의 고혈압등 위험인자를 가질 확률이 증가하여 조사대상에서 제외되었던 수가 많았기 때문으로 생각되며 45세 이상의 환자 5명은 작은 집단이어서 그중 1명에서의 심장 이상 소견 발견이 가지는 의미를 찾기는 힘들나 임상적으로 심장질환을 가지지 않은 45세 이하의 환자들은 13명중 TEE로 5명(38%)에서 심장의 이상소견을 발견하였으므로 15세 이상 45세 이하의 뇌졸중 환자에서 그 위험인자가 임상적으로 분명하지 않은 경우 TEE가 도움이 될 수 있다는 것을 확인할 수 있었다.

결론

저자들은 일과성 뇌허혈 및 허혈성 뇌경색을 일으킬 수 있는 뇌색전의 원인이 될 수 있는 심장내의 이상 소견을 찾아내는데 있어서 TEE가 TTE보다 우월한지를 알아보기 위해 27명의 뇌혈관 전색증이 의심되는 환자들에게 TTE와 TEE를 시행하였다. TTE를 비롯한 심장학적 검사를 거쳐 임상적으로 심장질환이 있는 것으로 진단받았으나 심장내 혈전을 증명하지 못한 환자 9명중 6명에서 TEE로 좌심

내의 혈전을 찾아내었다.

또한 임상적으로 심장질환을 비롯한 뇌졸중의 위험인자를 찾을 수 없었던 18명의 환자중 6명에게서 TEE는 TTE가 찾아내지 못한 심장내의 이상소견을 발견하였으며, 그 이상소견은 3명에서 좌심내의 혈전, 2명에서 난원공개방증, 1명에서 심방중격류였다. 특히 45세이상의 환자 5명중 1명에서 TEE를 통해 이상 소견을 찾아낼 수 있었던 데에 비해 45세이하인 환자는 13명중 5명에서 TEE로 이상소견을 발견한 것으로 보아, 젊은 뇌졸중 환자들에서 종래의 TTE의 낮은 성적을 고려할 때 TEE는 이들 연령층의 위험인자를 찾는 데 도움이 될 수 있었다. 따라서 저자들은 뇌졸중의 위험인자가 분명하지 않은 환자, 특히 젊은 연령의 환자에게서 TEE가 뇌졸중의 원인을 찾기 위한 검사 방법의 하나로써 반드시 포함되어야 할 것으로 생각한다.

REFERENCES

- Aschenberg W, Schlueter M, Kremer P, et al(1986): *Transesophageal two-dimensional echocardiography for detection of left atrial appendage thrombus. J Am Coll Cardiol* 7: 163-166.
- Barnet HJM(1988): *Cerebral ischemia and infarction. In: Wyngaarden J, Smith L eds. Textbook of medicine, 18th ed., Philadelphia, WB Saunders, pp 2162-2173.*
- Belkin RN, Hurwitz BJ, Kisslo KB (1987): *Atrial septal aneurysm: Association with cerebrovascular and peripheral embolic events. Stroke* 18: 856-862
- Billir J, Adams HP Jr, Johnson MR, Kerber RE, et al(1986 a): *Paradoxical cerebral embolism: eight cases. Neurology* 36: 1356-1360.
- Billir J, Johnson MR, Adams HP Jr, Kerber RE, et al(1986 b): *Echocardiographic evaluation of young adults with nonhemorrhagic cerebral infarction. Stroke* 17: 608-612.
- Billir J, Johnson MR, Adams HP Jr, Kerber RE, et al(1987): *Further observations on cerebral or retinal ischemia with right-left intracardiac shunts. Archiv Neurol* 44: 740-743.
- Bogousslavsky J, Melle GV, Regli F (1988): *The Lausanne Stroke Registry: analysis of 1000 consecutive patients with first stroke. Stroke* 19: 982-986.
- Caplan LR, Hier DB, D'Cruz I (1983): *Cerebral emboli-*

- sm in the Michael Reese Stroke Registry. *Stroke* 14 : 530-537.
- Cerebral Embolism Task Force (1986): *Cardiogenic brain embolism*, *Arch Neurol* 43 : 71-84.
- Cerebral Embolism Task Force (1989): *Cardiogenic brain embolism*, *Arch Neurol* 46 : 727-743.
- Come PC, Riley MF, Bivas NK (1983): *Roles of echocardiography and arrhythmia monitoring in the evaluation of patients with suspected systemic embolism*, *Ann Neurology* 13 : 527-531.
- Currie PJ, Krishnaswamy C (1990): *Transthoracic echocardiography: Current applications and future directions*, *Cardiology* Mar 57-69.
- Ferro JM, Crespo M (1988): *Young adult stroke: neuropsychological dysfunction and recovery*, *Stroke* 19 : 982-986.
- Fraker Jr TD, Harris PJ, Behar VS, Kisslo JA (1979): *Detection and exclusion of interatrial shunts by two-dimensional echocardiography and peripheral venous injection*, *Circulation* 59 No 2 : 379-384.
- Gagliardi R, Benvenuti L, Frosini F, et al (1985): *Frequency of echocardiographic abnormalities in patients with ischemia of the carotid territory—a preliminary report*, *Stroke* 16 : 118-120.
- Gallet B, Malerbue MC, Adams C, et al (1985): *Atrial septal aneurysm: a potential cause of systemic embolism. An echocardiographic study*, *Br Heart J* 53 : 292-297.
- Good DC, Frank S, Verhulst S, Sharma B (1986): *Cardiac abnormalities in stroke patients with negative arteriograms*, *Stroke* 17 : 6-11.
- Hagen PT, Sholz DG, Edwards WD (1984): *Incidence and size of patent foramen ovale during the first 10 decades of life: an autopsy study of 965 normal hearts*, *Mayo Clin Proc* 59 : 17-20.
- Hanley PC, Tajik AJ, Hynes JK, et al (1985): *Diagnosis and classification of atrial septal aneurysm by two-dimensional echocardiography: report of 80 consecutive cases*, *J Am Coll Cardiol* 6 : 1370-1382.
- Harrison MJG, Marshall J (1984): *Atrial fibrillation, transient ischemic attacks, and complete strokes*. *Stroke* 15 : 441-442.
- Hart RG, Miller VT (1983): *Cerebral infarction in young adults: a practical approach*, *Stroke* 14 : 110-114.
- Hart RG, Easton JD (1986): *Hemorrhagic infarcts*, *Stroke* 17 : 586-589.
- Hart RG, Foster JW, Luther MF (1987): *Bacterial endocarditis, stroke, and brain hemorrhage*, *Stroke* 18 : 298 Abstract
- Harvey F (1985): *Echocardiography*. In: Wyngaarden J, Smith L, eds. *Textbook of medicine, 17th ed*. Philadelphia, WB Saunders, pp 175-179.
- Harvey JR, Teague SM, Anderson JL, et al (1986): *Clinically silent atrial septal defects with evidence of cerebral embolization*, *Ann Intern Med* 805 : 695-697.
- Hinton RC, Kistler JP, Fallon JT, et al (1977): *Influence of etiology of atrial fibrillation on incidence of systemic embolism*, *Am J Cardiol* 40 : 509-513.
- Horning CR, Dorndorf W, Agnoli AL (1986): *Hemorrhagic cerebral infarction: a prospective study*, *Stroke* 17 : 179-185.
- Jones HR Jr, Caplan LR, Come PC, et al (1983): *Cerebral emboli of paradoxical origin*, *Ann Neurol* 13 : 314-319.
- Knepper LE, Biller J, Tranel D, et al (1988): *Cerebral emboli as a common cause of Wernicke's aphasia*, *Ann Neurology*. 24 : 157 Abstract.
- Knopman DS, Anderson DC, Asinger RW, et al (1982): *Indications for echocardiography in patients with ischemic stroke*, *Neurology* 32 : 1005-1011.
- Lechat P, Mas JL, Lescault G, et al (1988): *Prevalence of patent foramen ovale in patients with stroke*, *N Eng J Med* 318 : 1148-1152.
- Loscalo J (1986): *Paradoxical embolism: clinical presentation, diagnostic strategies and therapeutic options*, *American Heart J* 112 : 141-145.
- Lynch JJ, Schuchard GH, Gross CM, Wann LS (1984): *Prevalence of right-to-left atrial shunting in a healthy population: detection by Valsalva maneuver contrast echocardiography*, *Am J Cardiol* 53 : 1478-1480.
- Nishide M, Irino T, Gotoh M, Naka M, et al (1983): *Cardiac abnormalities in ischemic cerebrovascular disease studied by two-dimensional echocardiography*, *Stroke* 14 : 541-545.
- Olsen TS, Skryver EB, Herning M (1985): *Cause of cerebral infarction in the carotid territory: its relation to the size and the location of the infarct and to the underlying vascular lesion*, *Stroke* 16 : 459-466.
- Pop G, Sutherland GR, Koudstaal PJ, et al (1990): *Transthoracic echocardiography in the detection of*

- intracardiac embolic sources in patients with transient ischemic attacks, Stroke 21: 560-565.*
- Popp RL (1988): *Echocardiography. In: Wyngaarden J, Smith L, eds. Textbook of medicine, 18th ed. Philadelphia, WB Saunders, pp 201-205.*
- Ramirez-Lassepas M, Cipolle RJ, Bjork RJ, et al.(1987): *Can embolic stroke be diagnosed on the basis of neurologic criteria? Arch Neurol 44: 87-89.*
- Robbins JA, Sager KB, French M, O et al.(1983): *Influence of echocardiography on management of patients with systemic emboli, Stroke 14: 546-549.*
- Seward JB, Khandheria BK, Oh JK, et al.(1988): *Transesophageal echocardiography: technique, anatomic correlations, implementation, and clinical applications. Mayo Clin Proc 63: 649-660.*
- Shenoy MM, Vijaykumar PM, Friedman SA, Greif E (1987): *Atrial septal aneurysm associated with systemic embolism and interatrial right-to-left shunt, Arch Intern Med 147: 605-606.*
- Van den Berg BF, Seabold JE, Conrad GR, Kieso R, et al.(1988): *In labeled platelet scintigraphy and two-dimensional echocardiography for detection of left atrial appendage thrombi, Circulation 78: 1040-1046.*
- Zenker G, Erbel R, Kramer G, et al.(1988): *Transesophageal two-dimensional echocardiography in young patients with cerebral ischemic events, Stroke 19: 345-348.*