

개심술후 뇌기능장애에 대한 임상적고찰

최수승* · 조범구* · 이종국* · 최규옥** · 서정호** · 고창준***

— Abstract —

Cerebral Dysfunction Following Open-Heart Surgery.

S.S. Choi.*, B.K. Cho.*, C.K. Lee.*, G.O. Choi.**, J.H. Suh.**, C.J. Go.***

A retrospective clinical observation was made of 40 patients with postoperative cerebral dysfunction among 2634 patients who underwent open-heart operations in Severance Hospital, Yonsei University between 1962, the year the first successful open heart operation was done, and June 1985.

Suspected causes of brain damage were reviewed. Brain CT findings were evaluated in 24 patients. There were 15 cerebral infarcts, 4 intracerebral bleedings, 3 ischemic brain damages, 1 infarction with intracerebral hemorrhage and 1 diffuse cortical atrophy from unknown cause.

The most frequent site of cerebral infarction was the middle cerebral artery area with no predilection on the right of left.

서 론

개심술후 올 수 있는 합병증중에 뇌합병증은 심각한 합병증 중의 하나이다. 최근 수술수기의 발전과 동맥혈 여과장치의 개선으로 그 발생율이 감소하였으나 아직도 중요한 과제로 남아있다^{2,3,4,6,10,12,13,17}.

뇌기능장애의 발생빈도는 보고자에 따라, 또 그 결정 기준에 따라 최소 0.5%에서 최고 80%까지 보고하고 있다^{3,4,6,12,27}.

뇌합병증의 원인은 주로 개심술시 공기 및 미세불순 입자에 의한 뇌 전색 (Embolism) 과, 수술중저관류압, 저산소증, 뇌혈류장애에 의한 허혈 (Ischemia) 등 이며

고혈압, 선천성뇌혈관 이상, 술중 헤파린사용, 특히 금속관막 대치술후 항응고제사용 등으로 인한 뇌출혈(Intracerebral hemorrhage) 등에 의해 일어날수 있다^{2,3,10,16,17,19,21,27}. 그외에 수술후 정신병리적 장애가 있을 수 있다¹¹.

국내에서는 개심술후 뇌기능장애에 대한 보고가 별로 없으므로 본 연세대학교 세브란스 병원 흉부외과에서 최근까지 경험한 임상례들을 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

관찰대상 및 방법

1962년 연세대학교 세브란스 병원에서 초 저체온하에 첫 개심술에 성공하고, 이듬해 (1963년 11월 20일) 체외순환을 이용한 개심술에 성공한 이래 1985년 6월 말까지 총 2634 명의 개심술을 시행한 중, 수술후 뇌합병증이 있었던 것으로 기록된 40 명의 환자를 대상으로 조사하였다(표1).

수술도중 사망하거나 신경학적 증상을 알 수 없는 수술후 수시간내 사망한 예는 대상에서 제외하였다.

이들의 병력기록을 조사하고, 뇌전산화단층촬영(bra-

*연세대학교 의과대학 흉부외과학교실
* Department of Thoracic & Cardiovascular Surgery, Yonsei University College of Medicine
** 연세대학교 의과대학 방사선과학교실
** Department of Radiology, Yonsei University College of Medicine
*** 연세대학교 의과대학 소아과학교실
*** Department of Pediatrics, Yonsei University College of Medicine

Table 1. Open heart Surgery (& brain complications)

Year	No.(cx)	Year	No.(cx)
1962	1	1974	45(1)
63 (11.20)	1	75	53(4)
64	9	76	52(1)
65	13	77	53(2)
66	19(2)	78	96(3)
67	23	79	172(2)
68	6	1980	191(2)
69	11	81	252(4)
1970	8	82	313(3)
71	10	83	426(3)
72	10	84	518(4)
73	26(1)	85	(8)

in CT)을 시행했던 환자는 CT소견을 분석하였다(표 2).

이들환자가 받은 수술은 선천성심장병이 18례(45%) 후천성 심장질환이 22례(55%)였다(표 3).

관찰 결과

Table 2. Sex distribution

	M	F
CT confirmed	16	8
Clinical diagnosis	11	5
	27	13

age(mean): 25.5 yrs(range:1¼-66 yrs)

YUMC

Table 3. Operative Procedures

(YUMC, 1985)

Congenital Heart Diseases			
VSD	Patch repair	2	
VSD. PDA	Patch repair, ligation	1	
TOF	Total correction	7	
TOF. ASD	Total correction	4	
VSD. MR. AR	Patch repair. MVP. AVP	1	
DORV	Rastelli operation	1	
TGV. VSD. PS. PFO	Creation of ASD	1	
	Aorta to RPA shunt		
PA. PDA. ASD.	Modified Fontan	1	18
hypoplastic RV.			
Acquired Heart Diseases			
AR	AVR	4	
AR. MS	AVR. OMC	1	
AR. MR	AVR. MVP	2	
AR. MR. MS.	AVR. MVP	1	
AR. AS. MS.	DVR	1	
AR. AS. MR. MS	DVR	2	
MS	OMC	1	
MS. MR	MVR	3	
MS. MR	MVP	1	
MS. MR. TR	MVR. TP	1	
S/P MVR	MVR.	1	
MS. MR. AR. TR.	MVR. AP. TP	1	
CAOD	GABG	2	
Rupture of aneurysm of sinus Valsalva	Repair	1	22

Legend: MVP: Mitral valvuloplasty, AVP: Aortic valvuloplasty, TP: Tricuspid valvuloplasty, CAOD: Coronary arterial obstructive disease, CABG: Coronary bypass graft

대부분의 환자가 수술후 마취에서 깨어나면서 신경학적 이상이 발견된다. 그러나 수술중 anisocoria가 발견된 경우도 있으며 수술후 수년간 항응고제 치료중 갑자기 뇌이상이 발생된 예도 포함되어 있다.

환자가 나타낸 신경학적 소견은 주로 혼수, 전간발작 편측 또는 양측마비등이다(표4).

Table 4. Nature of neurological damage detected postoperatively (N = 40)

Coma	25(63%)
Seizure	19(48%)
Hemiplegia or hemiparesis	12(30%)
Anisocoria	4(10%)
Quadriplegia	1(3%)
Confusion	1(3%)
Dysarthria & dysphagia	1(3%)
Hemianopsia	2(5%)

모두 40 명의 뇌기능장애 환자중 24 명에서 뇌전산화 단층촬영(cerebral computerised tomography, 이하 CT)을 실시하여 그 소견을 분석하였다(표5). 뇌경색이 15명 뇌출혈이 4명 뇌출혈과 뇌경색을 동시에 각각 다른 부위에 나타낸 예가 1명, 뇌허혈이 3명이었고 뇌피질의 위축소견만 보인 예가 1명 있었다.

뇌경색으로 진단된 15 명과 뇌경색과 뇌출혈이 동시에 있었던 환자를 포함하여 16 명의 환자에서, 뇌경색이 침범한 부위를 보면(표6), 좌측과 우측은 대개 같은 비율로 침범하였으며 침범한 영역은 중뇌동맥 영역(middle cerebral artery area)이 가장 많았다.

뇌경색환자에서 조영제증강(contrast enhancement)을 나타낸 환자는 7명이었고 이들은 증상을 나타낸후 3 주 이내에 촬영되었으며 빠르게는 2일째 촬영에서 조영제증강을 나타낸 환자도 2명 있었다.

Table 5. Brain CT Diagnosis (N=24, YUMC 1985)

Infarction	15(62.5%)
Intracerebral hemorrhage(ICH)	4(16.7%)
ICH + Infarction	1(4.2%)
Ischemia (Diffuse swelling)	3(12.5%)
Cortical atrophy only	1(4.2%)
	24(100%)

Table 6. Location of cerebral infarction (N=16, YUMC 1985)

	Left	Right	Both
Middle cerebral artery Total	1	3	4
territory Partial	4	3	
Basal ganglia	1		
	6	6	4

Legend: Contrast enhancement was positive in 7 patients.

CT검사서 뇌경색으로 진단된 환자에서(표7) 병력을 살펴보면 수술중 공기전색을 의심할만한 충분한 이유가 있었던 환자가 1명 있었으며, 술후 심근경색과

Table 7. Suspected causes of brain complications (CT group)

Cerebral Infarction	
1) Air embolism	1
2) Persistent atrial fibrillation (Cerebral complications occurred on 11th & 50th POD, respectively)	2
3) Coincident with acute myocardial infarction after AVR	1
4) Severe vegetation, cardiac arrest (Cerebral infarction was accompanied by myocardial infarction.)	
5) Cause unknown	10
Intracerebral Hemorrhage (ICH)	
1) Anticoagulant therapy (for 1yr 8mo, and 39days, respectively)	2
2) Unknown (Anisocoria was found during operation in one patient.)	2
ICH + Infarction(anticoagulation for 1 year. Vegetations on mechanical valve)	
	1
Ischemia (diffuse swelling on CT)	
1) Prolonged CPB (2times, total 4hrs 3min)	1
2) Repeated cardiac arrests and ventricular tachycardias, postoperatively	1
3) Unknown	
Cortical atrophy (cause unknown, gradual onset of symptom)	
	1

* POD: Postoperative day

동시에 뇌경색이 온 환자가 1명 있었으며, 마취유도시 심정지로 20분정도 소생술을 시행한 환자에서 수술결과 대동맥판막에 심한 위상증식물(vegetation)이 발견되었으며, 수술 후 심근경색과 함께 뇌경색이 온 환자가 1명 있었다. 또 다른 환자는 대동맥판막대치술 후 계속 심방세동을 가지고 있던 환자도 수술 후 제 11일에 우측 안점하수와 좌측반신마비가 와서 CT검사결과 뇌경색으로 진단되었으며, 또 한 환자는 승모판막대치술 후 계속 심방세동이 있던 환자로 수술 후 제 50일에 양측반측시야결손이 와서 CT결과 우측중 뇌동맥영역의 뇌경색이 발견되었다.

뇌경색과 뇌출혈이 동시에 있었던 환자는 미국에서 승모판막대치술(Starr Edwards)을 받은 후 항응고제를 사용해 왔으며, 수술 후 11개월과 12개월에 두 번의 뇌기능장애가 발생하였다. CT소견에 우측뇌에 각각 출혈과 뇌경색이 보였으며, 수술소견은 기계판막에 심한 위상증식물(vegetation)이 있었다.

나머지는 병력상에서 뚜렷한 원인을 찾을 수가 없었다.

CT검사서 뇌출혈로 진단된 4명의 환자의 병력을 보면(표 7) 2명의 환자는 수술 후 항응고제 사용 중 각각 제 39일과 1년 8개월에 뇌기능장애가 발생하였다. 또 1명은 수술 중 양측동공의 크기가 다른 것이 발견되어 심장수술이 끝난 후 CT로 뇌출혈을 확인하고 신경외과에서 응급으로 우측 측두부에 생긴 혈종제거 수술을 받았다. 뇌출혈의 원인은 알 수 없었으나 선천성 혈관기형이 있지 않았나 생각되었다.

CT검사로 뇌허혈로 진단된 3명의 환자를 살펴보면 한 환자는 1년 9개월된 활로 4 징증환자로 2회에 걸쳐 4시간 이상 체외순환하였는데 수술 후 환자는 의식을 회복하지 못하고 전간발작을 하였다. 다른 환자는 수술 후 반복되는 심정지로 소생술을 시행하였으며 혼수에 빠졌는데 CT검사상 전반적인 뇌부종소견을 보여 뇌허혈로 진단되었으며 2주 후 CT검사에서는 정상소견을 보였고 회복되어 퇴원하였다.

대뇌피질의 위축소견을 보인 41세의 여자환자는 대동맥판막 폐쇄부전증으로 대동맥판막대치술을 받았던 환자로 수술 후 17일경부터 증상이 시작되어 2~3주간 동안 서서히 진행하였으며 언어장애, 연하곤란, 팔약근 기능장애, 청력장애 등을 보였는데 수술 후 37일에 촬영한 뇌CT에서는 전반적인 뇌피질 위축소견을 보였다. 정확한 원인은 알 수 없었으나 그 후 증상은 많이 호전되었으며, 저산소증후에 오는 만기휴유증(late sequela)

으로 추정되었다.

CT를 시행하지 않았던 16명의 환자는 임상적으로 추정할 수밖에 없었는데 뇌허혈로 추정할 수 있는 환자는 수술 후 여러 번 심정지가 발생하여 소생술을 시행한 4명의 환자와 수술 중 예기치 못했던 사고나 다른 이유로 동맥압이 잘 유지되지 못했던 환자들이었고, 공기전색으로 생각된 환자는 수술 중 동맥라인으로 공기가 유입되는 것이 발견되었던 예이다(표 8).

모두 40명의 환자 중 19명이 사망하였으며 부검이 시행되지 못한 것이 유감이다(표 9). 생존환자 21명 중 14명의 38.2 환자-년(2개월부터 10년 7개월 사

Table 8. Probable contributing factors in occurrence of complications (Non CT group)

Suspected brain ischemia	
1) Repeated cardiac arrest postoperatively	4
2) Low pressure during perfusion ($\bar{35}$ to $\bar{40}$ for 15 min) & low BP(40/25) for 5 min after bypass	1
3) Aorta rupture during operation, recannulation to femoral artery	1
4) Misplaced arterial cannula in femoral vein recannulated into aorta (12 min required)	1
5) hypotension(OmmHg) during perfusion for a few minutes	1
Probable air embolism	1
Cause unknown (Cases of suspected embolism were included)	7
	16

Table 9. Deaths

	Patients	(death)
CT confirmed group		
Infarction	15	(6)
ICH	4	(2)
ICH + Infarction	1	(0)
Ischemia	3	(2)
Atrophy only	1	(0)
		24(10)
Non CT group		16(9)
		40(19)

Table 10. Follow up*

Completely recovered	4
Improved with mild sequelae	7
Improved with moderate sequelae	2
No improvement	1
No follow up	
completely recovered on discharge	1
Improved on discharge	6
	21

* 38.2 patient-years' follow up (2 months to 10 yrs & 7 months)

이) 동안의 추적조사에서 4명은 완쾌되었고 7명은 비교적 가벼운 후유증으로 생활하고 있으며 2명은 중증도의 후유증을 갖고 생활하고 있으며 1명은 증상의 호전이 없다(좌상지마비, 좌하지쇠약). 추적조사 되지 않은 7명중 1명은 퇴원당시 완쾌되어 퇴원하였었고 6명은 다소 호전하여 퇴원했었다(표 10).

고 안

개심술후 뇌합병증이 올수 있는 원인은 크게 색전(Embolism), 허혈(Ischemia)과 출혈(Intracerebral hemorrhage)로 나눌수 있고 그외에 전해질의 불균형이나 뇌혈관 질환등이 원인이 될 수도 있다. 정신과적으로도, 인간의 생명의 상징인 심장을 수술하므로 인한 정신적부담과 수술후 급격한 주위환경의 변화로 인해 정신신경학적 장애가 올수 있다. 수술전 과도한 불안과 강한 부정을 보이는 환자군에서 수술후 정신의학적 합병증의 발생빈도가 높았다한다¹¹.

뇌의 혈액공급은 내경동맥과 추골동맥을 통해 주로 이루어진다. 이 혈관을 통해 공기나 입자가 들어가면 뇌전색을 일으킬 수 있다.

공기전색을 일으키는 원인은, 개심수술시 심장이 대기에 노출되므로 심방, 실, 폐정맥 또는 대혈관내에 공기가 들어가서 남아있다가 심박동이 재개되었을때 대동맥을 통하여 뇌혈관에 도달하게 된다. 그러므로 수술이 끝날무렵 외과의는 개인의 기호에 따라 여러가지 방법으로^{14, 15, 16, 19, 22} 이 남아있는 공기를 제거하여 공기전색을 방지하는데, 이 기술이 미숙하면 공기전색이 일어날수 있다. 또 예기치 못한 사고로 수술중 인공심폐기로부터 대량의 공기가 잠깐동안에 동맥라인등을 통

해 들어갈 수 있다¹⁷).

공기를 제거하는 기술이 완벽하게 시행되었다고 하더라도 미세기포가 혈액내 발생할 여지가 있다. 혈액이나 수액내 녹아있던 공기는 압력이 낮아지거나 온도가 올라갈때 녹을수 있는 양이 줄어들므로 미세기포를 생성한다. 저체온으로부터 체온을 상승시킬때나 롤러펌프의 앞뒤 라인內 압력차 등 인공심폐기내에는 이와같은 상태가 많이 생길수 있다²¹.

공기전색을 방지하기위해 수술중 항상 심폐기를 민첩하게 감시하고 있어야 하며 수술을 끝낼무렵 세심한주의를 기울여 심장내의 공기를 제거하며 폐를 환기시켜 폐정맥으로부터 남아있는 공기를 제거하고 두부를 낮춘 위치를 취하게한다.

공기전색외에 입자에 의한 전색이 있다. 이것은 조심하여도 막기가 쉽지않은데 수술시야에 있던 입자가 심내흡인(cardiotomy sucker)를 통해 동맥혈류로 다시 유입된다. 입자에 의한 전색은 지방전색이 가장 많았다고 하며¹⁰ 개심술후 사망한 예의 부검예의 80%에서 뇌의 지방전색을 관찰할 수 있었다하며 대부분 미만성(diffuse)으로 퍼져있었다한다. 개심술후 경과양호하였던 환자에서도 뇌에 다소의 지방전색이 있었을 것으로 확실시된다고 하였다.

그외의 입자전색으로는 fibrin과 혈소판전색이 많고¹⁰ 체외순환시간이 길수록 많이 발견할 수 있었다한다.

칼슘조각이나 이물질조각, 펌프나 기포식산화기내의 입자들, 저장된 혈액내의 입자들로도 전색이 올수 있고 심장벽의 혈전, 세균성 우성증식물(vegetation)등도 전색을 일으킬 수 있다.

입자에 의한 전색을 막기위해 심내흡인(cardiotomy sucker)을 심장내에서만 사용하도록하며 심폐기 사용시간을 가능한한 줄이도록 함이 좋으며 동맥라인에 여과장치를 사용해야한다. 흡인라인에도 경제가 허락하면 여과장치를 사용하는것이 좋으며 여과장치로는 Dacron wool filter가 효과적이라 한다^{5, 20}.

뇌의 허혈(Ischemia)을 일으키는 원인으로서는 동맥혈관류압이 낮았을때 일어나며 나이가 많거나 체외순환시간이 길어질때 위험도가 증가한다^{3, 12}. 뇌의 혈류는 자동조절되는 기능이 있다⁹. 대개 자동조절기능에 이상이 없을때 평균동맥압이 광범위하게 변하더라도 뇌혈류는 일정하게 유지되나 50 mmHg이하로 떨어지면 혈류장애를 일으킬 수 있다. 아주 잠시 떨어져도 심각한 피해를 입는 경우도 있다. 그리하여 Stockard 등은

Tm50 이란것을 주장하여 $\int [50 \text{ torr} - \text{MAP}] dt$ 로 표시되며 평균동맥압(MAP)이 50 torr 이하로 떨어진 만큼의 압력차에 시간을 곱한 수치(예를들어 45 torr 로 5 분간 계속되었으면 Tm50 = 25 가 된다)가 100을 넘으면 뇌기능장애를 발생한다고 주장하였다²¹⁾.

그러나 더많은 예에서 관찰한 결과 Tm50만으로는 의미가 없다는 보고도 있다¹³⁾. 그렇다해도 가능하면 관류 압력은 평균 70 torr 이상이 바람직하나 최소한 50 torr 이하로 떨어지지 않도록 권장된다. 관류압외에도 체외 순환시간, 나이 등이 관여되며 병력상 신경계통의 장애가 있던 환자는 위험도가 증가한다³⁾. 체외순환은 정상 생리가 아니므로 그 시간이 길어 질수록 뇌혈관관류에 불리하다. 나이가 많아지면 경동맥이나 뇌혈관에 동맥 경화가 더 많고, 또 뇌신경세포의 여분(reserve)이 더 적으므로 피해를 더 받기 쉽고, 또 혈관의 병변이 더 심한 쪽이 더 많이 피해를 입는다. 일시적 혈류장애시 가장 예민하게 피해를 입는 부분은 뇌피질의 central lamina 이며 해마(Hippocampus)에 저산소적 변화가 와있으면 저혈압에 의한 병변의 증거가 된다고 하였다²¹⁾.

또 저체온시(28°C)에는 동맥혈류와 동맥압이 감소되어도 뇌기능장애의 피해를 덜 받을 수 있다⁷⁾.

그외 수술중 뇌혈액관류장애를 일으키는 원인으로는 동맥감자의 위치가 적절하지 못해 무명동맥이나 경동맥을 차단하게 되는 경우도 있다²¹⁾.

그리고 수술후 저심박출량이 지속되거나 반복되는 심정지로 소생술을 실시하는 동안 뇌허혈을 가져올 수 있다.

수술중 헤파린등을 사용하는 동안에 뇌출혈이 올 수 있으며 지나치게 동맥압을 올리지 않도록 주의해야 하며 뇌에 선천적으로 혈관이상이 있으면 위험도 증가한다.

기계관막을 이식받은 환자는 수술후 평생 항응고제 투여를 받아야 하므로 언제든지 뇌출혈의 우려가 있다.

개심술후 발생하는 뇌기능장애의 임상양상은 뇌의 침범받은 부위와 그 정도에 따라 혼수, 사지마비, 일측마비 또는 불완전마비 등이 올수 있고 전간발작, 혼동, 시야결손등을 호소할 수도 있다.

진단은 마취가 깨면서 임상증상으로 이상을 대개 발견하게 되는데 뇌전산화 단층촬영이 진단과 치료방향 결정에 없어서는 안될 중요한 검사이다. CT에 뇌경색(Infarction), 뇌출혈(Hemorrhage), 부종(Edema), 뇌

위축(Atrophy)등의 소견을 관찰 할 수 있다.

급성뇌경색의 CT소견은 음영감소로 나타나는데 병변이 생긴후 수시간내에 볼수있는 경우도 있으나 보통 1주까지는 경계가 불분명한 반점모양으로 보이게되며 또 시간이 경과함에 따라 경계명확한 균질된 음영을 보이게 된다. 이때 부종에 의한 종괴 현상은 1주이내 주로 나타나며 대개 2주이상 지속하지 않는다. 이때 조직의 부종이 가라앉고 탐식이 일어나게 된다.

Inoue 등¹¹⁾은 3~6 시간이 되어서도 발견할 수 있었다하였으며 대부분의 경우 12 시간이 지나서는 알아낼 수 있었다고 보고하였다. 2~4일에는 경계가 명확한 균질된 음영감소의 뇌경색소견이 보통 뇌피질까지 달하고 이때 최고의 종괴현상(mass effect)을 나타낸다고 한다¹¹⁾. 이것은 12 시간이 지나면서 세포가 괴사하고 조직부종이 2~4일에 나타나는 현미경소견과 일치한다. 9일이후에는 보통 음영감소부위내에 정상음영의 띠(band)가 나타나며 음영감소부분도 덜 뚜렷해지고 종괴현상도 적어지는데 이때 조영제를 주입한 CT에서 뇌경색부위의 조영증강을 볼 수 있다.

뇌경색이 있으면 그중 일부에서 시간이 지나면서 점상출혈을 나타낸다⁸⁾. 이때의 점상출혈은 진한 음영이 반점모양으로 나타나 보이며 아주 진한 음영으로 나타나는 뇌출혈과는 쉽게 구분된다. 뇌경색과 뇌출혈의 구분은 치료방침결정에 도움이 된다.

조영제증강이 나타나는 이유는 혈관뇌 장벽의 파괴나 국소 관류의 증가로 설명하기도 하지만 새로 생긴 모세혈관을 통해 조영제(Iodine)가 혈관밖으로 새어나가기 때문으로 생각된다. 조영제증강을 사용하면 뇌경색의 진단율을 높인다. 뇌경색이 있었으나 정상CT의 소견을 보인 환자에서 약 11%는 조영제증강으로만 뇌경색을 알 수 있었다 한다^{24, 25)}.

뇌경색의 조영제증강은 보통 임상증상이 나타난후 1주내지 4주사이에 보이며, 빠르게는 1일에서 늦게는 수개월까지 나타날 수 있어서 CT만가지고는 뇌경색이 된 기간(age)을 알기는 어렵다한다¹⁸⁾. 진단이 되면 치료는 재발을 방지하고 뇌압을 낮추며 전간발작을 방지하는 치료를 하며, 혈괴가 증가하거나 다량일 경우 외과적 처치를 요한다. 공기전색이 원인일 경우 고압산소요법이 효과가 있었다는 보고도 있다^{23, 26)}.

요 약

1) 개심술을 받은 2634 명의 환자중 40 명(1.5%)

의 환자에서 뇌기능장애를 볼수 있었다.

2) 증상은 혼수, 전간발작, 반신마비가 가장 많았다.

3) 뇌전산화단층촬영(CT)으로 검사된 받은 24명의 환자중 뇌경색이 15명, 뇌출혈이 4명, 뇌허혈이 3명, 뇌경색 및 뇌출혈이 1명, 원인불명의 뇌피질위축이 1명있었으며, 뇌CT촬영이 진단에 매우 필요한 검사였다.

4) 뇌경색이 가장많이 침범한 부위는 중뇌동맥 영역이었고 좌측과 우측의 발생빈도는 거의 같았다.

5) 40명의 개심술후 뇌기능장애 환자중 19명이 사망하였다.

REFERENCES

1. 강면식, 김은기, 오중환, 조범구 : 개심술후의 정신 병리적 변화. 대한흉외지 18:232, 1985.
2. Bass RM, Longmore DB.: Cerebral damage during open heart surgery. *Nature* 222:30, 1969.
3. Branthwaite, MA.: Neurological damage related to open heart surgery. *Thorax* 27:748, 1972.
4. Brierley JB.: Brain damage complicating open-heart surgery. *Proc Roy Soc Med* 60:858, 1967 (cited from Javid et al.: *J. Thorac Cardiovasc Surg* 58:502, 1969).
5. Egeblad K. et al.: Blood filtration during cardiopulmonary bypass. *J. Thorac Cardiovasc Surg* 63:394, 1972.
6. Ellis RJ.: Cerebral dysfunction following cardiopulmonary bypass, in Utley JR(ed): *Pathophysiology and techniques of cardiopulmonary bypass*. Baltimore. Williams and Wilkins, 64:1982.
7. Ellis RJ et al.: Reduction of flow rate and arterial pressure at moderate hypothermia does not result in cerebral dysfunction. *J. Thorac Cardiovasc Surg* 79:173, 1980.
8. Hakim AM et al.: Sequential computerized tomographic appearance of strokes. *Stroke* 14:893, 1983.
9. Harper AM.: Autoregulation of cerebral blood flow. *J. Neurol Neurosurg Psychiat* 29:398, 1966.
10. Hill JD et al.: Neuropathological manifestations of cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 7:409, 1969.
11. Inoue Y, Takemoto K et al.: Sequential computed tomography scans in acute cerebral infarction. *Neuroradiology* 135:655, 1980.
12. Javid et al.: Neurological abnormalities following open-heart surgery. *J. Thorac Cardiovasc Surg* 58:502, 1969.
13. Kolkka R. et al.: Neurologic dysfunction following cardiac operation with low-flow, low-pressure cardiopulmonary bypass. *J. Thorac Cardiovasc Surg* 79:432, 1980.
14. Lawrence G.H. et al.: Effective measures in the prevention of intraoperative aeroembolus. *J. Thorac Cardiovasc Surg* 62:731, 1971.
15. Lemole G.M. et al.: A method of preventing air embolus in open heart surgery. *J. Thorac Cardiovasc Surgery* 71:557, 1976.
16. McGoon D.C.: *Technics of open-heart surgery for congenital heart disease*. *Current Problems in Surgery* 68:3, 1968.
17. Mills N.L. et al.: Massive air embolism during cardiopulmonary bypass. *J. Thorac Cardiovasc Surg* 80:708, 1980.
18. Norton G.A. et al.: C.T. contrast enhancement in cerebral infarction. *Am. J. Roentgenol* 131:881, 1978.
19. Padula R.T. et al.: Intracardiac air following cardiotomy. *J. Thorac Cardiovasc Surg* 62:736, 1971.
20. Solis R.T. et al.: Particulate microembolism during cardiac operation. *Ann Thorac Surg* 17:332, 1974.
21. Stockard J.J. et al.: Pressure-dependant cerebral ischemia during cardiopulmonary bypass. *Neurology* 23:521, 1973.
22. Taber R.T. et al.: Prevention of air embolism during open-heart surgery. *Surgery* 68:685, 1970.
23. Takita H. et al.: Hyperbaric treatment of cerebral air embolism as a result of open heart surgery. *J. Thorac Cardiovasc Surg* 55:682, 1968.
24. Vonofakos D. et al.: C.T. findings in hemorrhagic cerebral infarct. *Computerized Radiol* 7:75, 1983.
25. Wing S.D. et al.: Contrast enhancement of cerebral infarcts in computed tomography. *Radiology* 121:89, 1976 (cited from Inoue 1980).
26. Winter P.M. et al.: Hyperbaric treatment of cerebral air embolism during cardiopulmonary bypass. *JAMA* 215:1786, 1971.
27. Smith G.H.: *Complications of Cardiopulmonary Surgery* 96-101, Baillière Tindall, Eastourne, 1984.