

## 체외순환을 이용한 개심술 후의 신경학적 합병증

서울대학교 의과대학 소아과학교실

고태성 · 김기중 · 김동욱 · 황용승

홍부외과학교실

김 용 진 · 노 준 량

### 서 론

최근 체외순환법 (cardio-pulmonary bypass), 중중도 내지 초저체온법 (moderate to deep hypothermia), 완전순환차단법 (total circulatory arrest) 등의 심장수술법 및 수술 수기가 발달하여 소아에 있어서의 개심술은 놀랄만큼 발전하게 되었다. 국내의 경우에도 1959년부터 개심술이 시작된 이래 심장수술을 할 수 있는 병원의 수가 점차적으로 늘어나고 개심술례가 매년 증가되었고, 따라서 수술후 사망률도 점차적으로 감소하고 있는 추세에 있다<sup>1,2)</sup>. 이와같이 소아에서의 개심술 후 사망률은 점차 감소되어가고 있는 반면, 최근에는 이에따라 이환율 (morbidity)이 문제가 되고있다.

개심술후에 올 수 있는 합병증으로는, 출혈로 인한 재수술, 색전증, 종격동염, 기관지협착과 기흉 등의 호흡기계, 급성 신부전<sup>3,4)</sup> 등의 신장계, 간기능 이상, 혈액학적 합병증, 감염증, 심한 부정맥으로 인해 인공 심박동기를 요하는 경우 등이 있으며, 이들외에 신경학적 합병증이 점차 문제가 되고 있다<sup>5,6)</sup>.

개심술후에 발생하는 신경학적 합병증으로는, 발작, 의식변화, 국소적 신경정후, 운동장애, 근긴장도 변화, 말초신경 손상 등이 있고<sup>5-11)</sup>, 이는 수술이전의 뇌기형이나, 수술도중의 저산소증, 미세색전증, 뇌혈류나 뇌

대사의 변화, 그리고 수술 이후의 저심박출량 상태 등의 원인에 의해서 발생된다<sup>11)</sup>.

개심술후에 속발하는 신경학적 합병증의 발병률은 각 보고마다 차이는 있지만, 2%에서 37% 정도까지 다양한 보고가 있다<sup>5,6,8,9,11,12)</sup>. 이렇게 많은 차이를 보이는 이유는 시대적인 차이 이외에도 환자군의 차이, 관찰자의 차이, 신경학적 합병증을 평가하는 방법상의 차이등 여러가지 요인에 기인하는 것으로 이해되고 있다.

국내에서는 개심술후의 신경학적 합병증이나 후유증에 대한 연구가 아직 미미한 상태이므로, 저자들은 소아에서 개심술후에 발생하는 신경학적 후유증에 대한 임상적 특징 및 경과를 알아내어, 향후 이러한 환아의 진료와 연구에 보탬이 되고자 본 연구를 시행하였다.

### 대상 및 방법

1990년 7월부터 1992년 6월말까지 만 2년동안 서울대병원 소아홍부외과에 입원하여 체외순환을 이용하여 개심술을 받았고 병록고찰이 가능하였던 총 655명의 환아와 그중에서 신경학적 합병증이 생겼던 31명을 대상으로 하였다. 단 개심술이 아니었던 수술, 즉 폐나 종격동, 흉곽에 대한 수술 등은 이번 연구대상에서 제외하였고, 또 횡경신경마비만 생긴 경우는 신경학적 합병증이 발생한 군에 포함시키지 않았다.

방법은 후향적으로 병록고찰을 통하여 분석하였다. 신경학적 합병증의 발생에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위하여, 연령 및 성별, 수술전 진단 및 수술 종류, 체외순환시간 (cardio-pulmonary bypass time), 대동맥 차단시간 (aorta cross clamp time), 전순환 정지시간 (total arrest time), 저체온법의 정도 등의 수술중 요

접수일자 : 1993년 3월 13일

승인일자 : 1993년 5월 11일

\*본 논문의 요지는 1992년 제42차 대한소아과학회 추계학술대회에서 발표 되었음.

\*\*본 논문은 1992년도 서울대학교병원 지정 연구비 보조로 이루어 졌음.

인과 신경학적 합병증의 발생과의 관계를 분석하였다. 또한 검사조건 등을 포함한 개심술후 속발하는 신경학적 합병증의 임상 양상을 살펴보아, 가능한 한 신경학적 합병증의 원인을 분석하고자 하였다.

통계학적 분석은 Student t-test와 Chi-square test를 이용하였다.

## 결 과

### 1. 연령 및 성별

전체 655명의 환자 중에서 신경학적 합병증은 31례에서 발생하여 4.7%의 발생률을 보였다. 신경학적 합병증이 발생하였던 군의 평균연령은 28.5개월, 중앙연령은 13개월로 신경학적 합병증이 생기지 않았던 군의 36.8개월 및 20개월보다 어렸으나 통계학적 의의는 없

었다. 성별 분포는 남자는 총 371례 중 21례 (5.7%), 여자는 총 284례 중 10례 (3.5%)에서 발생하였다 (Table 1).

한편 이번 연구에서 신경학적 합병증이 발생한 군에 포함시키지 않았으나 횡격신경마비 (diaphragmatic palsy)는 총 13례로서 그 빈도는 2%였다.

### 2. 신경학적 합병증의 발생에 영향을 미치는 요인

개심술후 나타나는 신경학적 합병증의 발생에 영향을 미치는 요인을 알아보고자, 신경학적 합병증이 발생한 군과 발생하지 않았던 군 사이에 몇가지 지표 (parameter)에 대하여 통계학적 유의성을 살펴보았다.

#### 1) 연령 및 성별

전체 연령과 성별에 대하여는 통계학적 유의성이 없었고, 연령을 생후 1개월을 기준으로 나누어서 두군을 비

Table 1. Age and Sex Distribution of Patients with Neurologic Complication and Without Neurologic Complication

	With Neurologic Complication	Without Neurologic Complication	Total patients
No. of cases	31 (4.7%)	624	655
Age (months)			
mean	28.5	36.8	36.4
median	13	20	20
Sex			
Male	21 (5.7%)	350	371
Female	10 (3.5%)	274	284

\* Diaphragmatic palsy : 13 cases : 2% of Total Patients.

Table 2. Comparison between Patients with Neurologic Complication and Without Neurologic Complication

Parameter	With Neurologic Complication	Without Neurologic Complication	P value
Age (month)	28.55 ± 41.73	36.82 ± 41.35	NS
Age < 1 month	5 (16.1% of total)	18 (2.9% of total)	< 0.01
Sex	M : 21 F : 10	M : 350 F : 274	NS
CPB time (min)	142.71 ± 61.88	94.59 ± 53.081	< 0.01
ACC time (min)	61.07 ± 29.63	45.64 ± 24.93	< 0.01
TA time (min)	45.63 ± 19.94	33.09 ± 18.36	0.01
Hypothermia (°C)			
Esophagus	17.37 ± 6.35	22.50 ± 5.64	< 0.01
Rectum	20.74 ± 5.83	25.44 ± 5.11	< 0.01

\* CPB time : cardio-pulmonary bypass time, ACC time : aorta cross clamp time, TA time : total arrest time.

\* NS : not significant.

교해보았을 때는 생후 1개월 이내에 수술을 받은 경우에 통계학적으로 유의하게 신경학적 합병증의 발생률이 높았다(Table 2).

**2) 수술전 진단 및 수술 종류에 따른 신경학적 합병증**

수술전 진단에 따른 신경학적 합병증의 발생빈도는, 청색증형 선천성심장병에서는 총 258례 중 20례에서 발생하여 7.8%, 비청색증형 선천성심장병에서는 총 383

례중 11례에서 발생하여 2.9%의 발생률을 보여서 청색증형 선천성심장병에서 훨씬 높은 발생률을 보였고(P value <0.01), 후천성 심장병이나 심장중양 등의 그밖의 질환에서는 발생하지 않았다(Table 3).

수술 종류에 따른 신경학적 합병증의 발생빈도는 교정수술(corrective surgery) 중 특히 Jatene 수술에서는 33.3%, Fortan 수술에서는 12.1%의 높은 발생률을 보였다(Table 4).

**3) 신경학적 합병증의 수술중 요인**

체외순환시간, 대동맥 차단시간, 전순환 정지시간은 신경학적 합병증이 생겼던 군에서 각각 평균 142.71분, 61.07분, 45.63분으로, 신경학적 합병증이 발생하지 않았던 군의 평균 94.59분, 45.64분, 33.09분에 비하여 통계학적으로 유의하게 길었고, 저체온법의 정도는 신경학적 합병증이 생겼던 군에서 평균저체온 17.37℃(식도), 20.74℃(직장)로 신경학적 합병증이 발생하지 않

**Table 3. Incidence of Neurologic Complication According to Pre-Op Diagnosis**

Classification	Total patients	Neurologic Complication
(1) Cyanotic congenital heart disease	258	20 ( 7.8%)
TOF	105	1 ( 1.0%)
DORV	24	3 (12.5%)
TGA	33	5 (15.2%)
Pulmonary Atresia	28	2 ( 7.1%)
Tricuspid Atresia	9	2 (22.2%)
TAPVR	15	1 ( 6.7%)
Single Ventricle	12	0
Ebstein Anomaly	2	0
Others	30	6 (20.0%)
(2) Acyanotic congenital heart disease	383	11 ( 2.9%)
VSD	68	1 ( 1.5%)
VSD	226	7 ( 3.1%)
ECD	14	0
PS	7	0
AS	3	0
Others	65	3 ( 4.6%)
(3) Acquired heart disease	6	0
(4) Cardiac Tumor	2	0
(5) Miscellaneous	6	0

\* TOF : tetralogy of Fallot, DORV : double outlet right ventricle, TGA : transposition of great arteries, TAPVR : total anomalous pulmonary venous return, ASD : atrial septal defect, VSD : ventricular septal defect, ECD : endocardial cushion defect, PS : pulmonic stenosis, AS : aortic stenosis.

\* The difference of neurologic complications between cyanotic group and acyanotic group is statistically significant (P value < 0.01).

**Table 4. Incidence of Neurologic Complication According to the Type of Operation**

Classification	Total patients	Neurologic Complication
(1) Corrective Surgery	641	30 ( 4.9%)
Jatene	21	7 (33.3%)
Fontan	33	4 (12.1%)
REV	23	2 ( 8.7%)
Rastelli	18	1 ( 5.6%)
Others	546	16 ( 2.9%)
(2) Palliative Surgery	14	1 ( 7.1%)

**Table 5. Types of Neurologic Complication**

	No. of cases	(%)
Seizure	26	84
Partial	8	
GC	7	
GT	3	
GTC	6	
Myoclonic	2	
Consciousness change	13	42
Hemiplegia	1	3
Decreased muscle tone	1	3

\* GC : Generalized clonic, GT : Generalized tonic, GTC : Generalized tonic clonic.

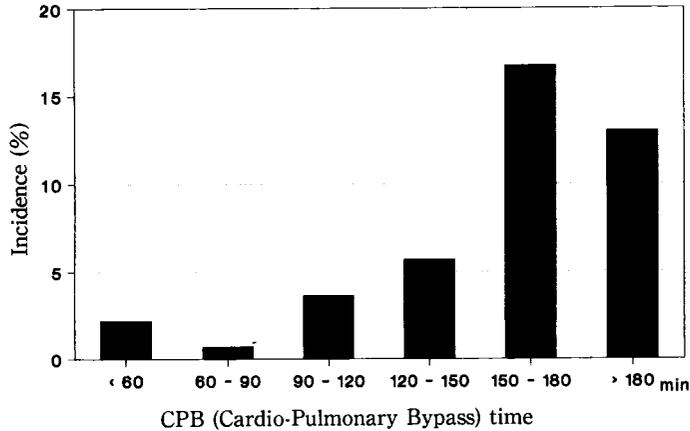


Fig. 1. The incidence of neurologic complication according to CPB time.

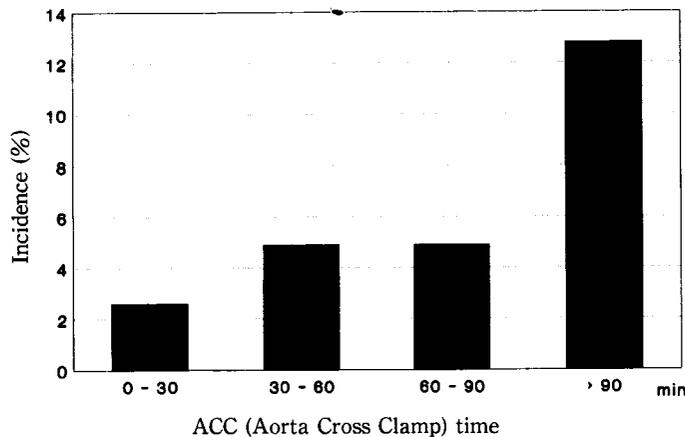


Fig. 2. The incidence of neurologic complication according to ACC time.

있던 군의 평균저체온 22.50℃(식도), 25.44℃(직장)에 비하여 통계학적으로 유의하게 낮았다(Table 2).

체외순환시간에 따른 신경학적 합병증의 발생빈도는, 체외순환시간이 길어질수록 신경학적 합병증의 발생률이 증가하였으며(Fig. 1), 대동맥 차단시간에 따른 신경학적 합병증의 발생빈도에서도 시간이 길어질수록 발생률이 증가되었으며(Fig. 2), 전순환 정지시간에 따른 신경학적 합병증의 발생빈도 역시 시간이 길어질수록 신경학적 합병증의 발생빈도가 증가되었으며 특히 전순환 정지시간이 60분이상일 경우에는 50%의 높은 발생률을 보였다(Fig. 3).

### 3. 개심술후 속발하는 신경학적 합병증의 임상 양상

#### 1) 발생시기

신경학적 합병증의 발생시기는 0일(수술당일)부터 수술후 24일사이에 발생하였는데, 수술당일날이 11례, 수술후 1일째 9례, 수술후 2일째 5례가 발생하여, 수술후 72시간이내에 25례가 발생하며 전체의 80.6%를 차지하였다(Fig. 4).

#### 2) 신경학적 합병증의 종류

발생된 신경학적 합병증의 종류로는 발작(seizure)이 26례(84%)로 가장 많았고, 의식변화(consciousness change)가 13례(42%)로 다음으로 많았고, 그밖에 반

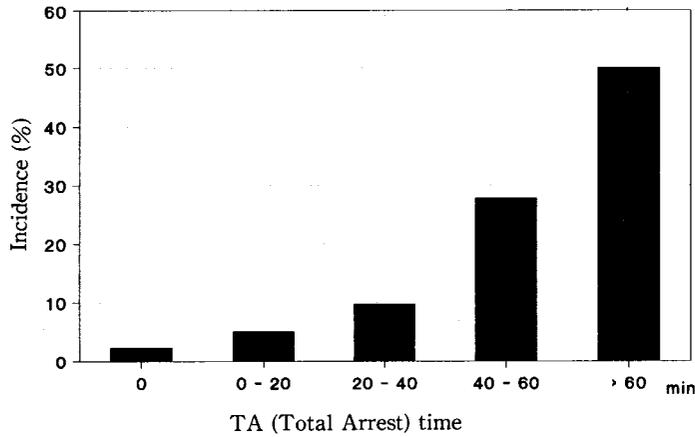


Fig. 3. The incidence of neurologic complication according to TA time.

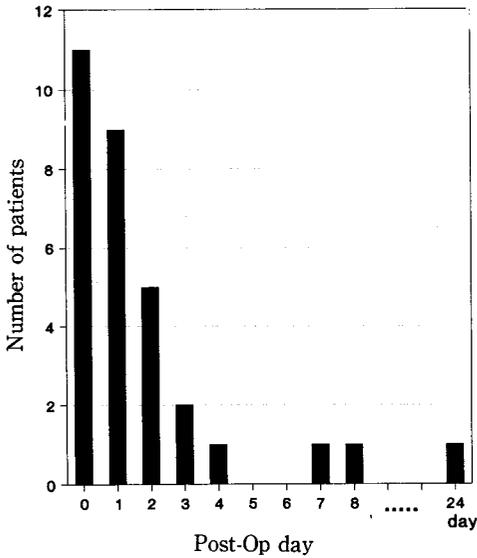


Fig. 4. Onset of neurologic complication.

측마비 (hemiplegia) 1례 (3%), 근간장도의 감소가 1례 (3%) 있었다 (Table 5).

### 3) 검사소견

뇌파는 총 11례에서 시행되었고, 그 소견으로는 평탄 뇌파 (isoelectric) 4례, 전반적 서파 (diffuse slowing) 5례, 국소적 서파 (focal slowing) 3례, 전반적 억제 (diffuse suppression) 5례, 국소적 억제 (focal suppression) 2례, 극파 (spike discharge) 2례, 비대칭 (asymmetry) 이 3례에서 있었다 (Table 6).

Table 6. EEG Findings (11 cases)

Findings	No. of cases
Isoelectric	4
Diffuse slowing	5
Focal slowing	3
Diffuse suppression	5
Focal suppression	2
Spike discharge	2
Asymmetry	3
Normal	2

Table 7. Neuroimaging Findings

Lab	Findings	No. of cases
Brain CT		9
	Multiple low density	1 (# 1 day)
	Diffuse swelling	3 (# 3, 5, 8 day)
	Diffuse atrophy	1 (# 40 day)
	Normal	4
Brain MRI		3
	Focal swelling	1 (# 7 day)
	Diffuse atrophy	2 (# 16, 23 day)

# : day on performing neuroimaging study after the onset of neurologic complication.

뇌전산화단층촬영 (brain CT) 은 총 9례에서 시행되었는데, 그 소견으로는 전반적 뇌팽창 (diffuse swelling) 이 3례, 다발성 음영감소 (multiple low density) 가 1

례, 전반적 뇌위축(diffuse atrophy)이 1례에서 있었다.

뇌자기공명영상(brain MRI)은 총 3례에서 시행되었고, 전반적 뇌위축(diffuse atrophy)이 2례, 국소적인 뇌팽창(focal swelling)이 1례에서 있었다(Table 7).

그밖에 저칼슘혈증 3례, 저혈당증 1례, 알칼리증 3례, 산중 1례 등의 검사소견이 있었다(Table 8).

#### 4) 신경학적 합병증의 원인

신경학적 합병증이 발생하게 된 가능한 원인으로는, 범발성의 저산소허혈성뇌증(diffuse hypoxic ischemic encephalopathy)이 16례(51.6%)로 가장 많았고, 국소적 혹은 다발성 허혈성 뇌졸중(focal or multiple ischemic stroke)으로 진단할 수 있었던 경우가 3례였으며 그중 2례는 뇌영상상 적합한 소견이 있었고, 1례는 환자의 상태가 나빠서 뇌영상을 얻을 수는 없었지만 임상적으로 오른쪽 반측마비가 있었고 동측에 부분 발작이 있는 등 적합한 소견이 있었다. 그밖에 앞서 언급한 전해질 혹은 산-염기 균형 이상이 8례 있었고, 원인을 발견할 수 없었던 경우가 4례 있었다(Table 9).

Table 8. Other Laboratory Findings

	No. of cases
Hypocalcemia	3
Hypoglycemia	1
Alkalosis	3
Acidosis	1

Table 9. Possible Etiology of Neurologic Complications

	No. of cases	(%)
Diffuse HIE#	16	51.6
Ischemic Stroke		
Focal	2	6.5
Multiple	1	3.2
Hypocalcemia	3	9.7
Hypoglycemia	1	3.2
Alkalosis	3	9.7
Acidosis	1	3.2
Unknown	4	12.9
Total	31	100

# HIE : Hypoxic Ischemic Encephalopathy.

#### 5) 임상 경과

임상경과를 보면, 퇴원당시 완전 회복된 경우가 14례로서 신경학적 합병증이 생긴 환자의 45.2%, 퇴원당시 약물복용을 하면서 조절된 경우가 3례(9.7%) 있었고, 장기적 후유증(long-term sequela)이 남은 경우는 2례(6.5%)가 있었는데, 경직성 사지마비(spastic quadriplegia), 편측부전마비(hemiparesis)가 각각 1례씩 있었다. 사망한 경우는 모두 11례가 있어서 신경학적 합병증이 생긴 환자의 35.5%를 차지하였다(Table 10).

사망한 11례에 있어서의 직접 사인으로는, 그중 7례에서는 뇌손상에 의한 것이었으며, 4례에서는 심부전, 호흡부전, 패혈증 등의 다른 원인에 기인하였다(Table 11).

한편, 신경학적 합병증이 생겼던 환자들을 의식변화가 있었던 군과 의식변화가 없었던 군으로 나누어보면, 의식변화가 있었던 군에서는 사망율이 61.5%로 훨씬 높았으며, 대부분에서 직접사인이 뇌손상에 의한 것이었으며, 의식변화가 없었던 군에서 사망하였던 3례는 모두 다른 원인에 의해서 사망하였다(Table 11에서 case

Table 10. Outcomes

	No. of cases	(%)
Recovery at discharge	14	45.2
Controlled at discharge	3	9.7
Long term sequela	2	6.5
spastic quadriplegia	1	
hemiparesis	1	
Death	11	35.5
Total	31	100

Table 11. Causes of Mortality Cases

No. of cases	Direct Cause of Death
7	Brain damage
2	Heart failure, Sepsis, DIC [case 1, 2]#
1	Heart failure, Respiratory Failure
1	Aspiration & Pneumonia [case 3]#
11	

# Consciousness change (+) : 8/13 (61.5%)

Consciousness change (-) : 3/18 (16.7%)

---> [case 1, 2, 3]

1, 2, 3).

## 고 찰

지난 30여년간 개심술을 위하여 체외순환법, 저체온법 등의 기술이 도입되었는데, 저체온법으로 뇌 및 심근의 대사를 떨어뜨려 저산소증으로부터 세포를 보호하는 효과를 기대할 수 있고<sup>13)</sup>, 초저체온법에서는 수술시야를 좋게 할 수 있는 완전혈류차단법이 가능하게 되었다<sup>14)</sup>. 수술기법도 발달하여 소아에 있어서의 개심술은 놀랄만큼 발전하게 되어서, 과거에는 수술이 불가능하였던 복잡한 선천성 심장 기형도 수술이 가능하게 되었고, 신생아의 경우도 수술이 가능하게 되었다. 따라서 수술후 사망률 및 이환율도 점차적으로 감소하고 있는 추세에 있다.

국내의 경우에는 1959년부터 개심술이 시작되고, 1978년 의료보험제도의 도입, 1983년부터 시작된 심장재단의 의료비 지원 등으로 개심술례가 증가하였고, 사망률은 감소되어 1987년에는 평균 5.0% 정도에 이르게 되었다<sup>1)</sup>. 단 1세 미만의 영아기의 경우에는, 청색증이 있는 복잡기형이거나 심한 폐동맥 고혈압이나 심부전이 동반된 비청색증 환자가 대부분이므로, 개심술 후의 사망률도 영아기에서는 의외로 높았다<sup>12)</sup>. 본 연구에서도, 환아가 어릴수록 심장기형 자체가 복잡하고 사망률 및 이환율이 높을 것이라는 측면에서, 연령을 생후 1개월을 기준으로 나누어서 비교해보았을 때, 생후 1개월 이내에 수술을 받은 경우에 통계학적으로 유의하게 신경학적 합병증의 발생률이 높다는 결과를 얻었다.

신경학적 합병증으로는, 첫째, 급성기의 문제로는, 발작(seizures), 의식수준의 변화, 편마비 등의 국소적인 신경정후, 근긴장도의 변화, 아테토이드 운동(athetoid movement)이나 무도성 운동 등<sup>15)</sup>의 운동 장애(movement disorder), 척수 경색, 말초신경계 손상 등이 있고, 둘째, 장기적인 후유증으로는, 언어나 학습 장애, 정신 지체, 발작성 장애, 보행장애 등의 뇌성 마비, 뇌졸중의 후유증 등이 있다<sup>5~11)</sup>. 그외에도 Aldrich 등<sup>16)</sup>은 皮質性盲(cortical blindness)의 원인중에 심장 수술이 20%를 차지한다고 하였고, 뇌과가 진단상 유용하다고 보고하였다. Kurlan 등<sup>17)</sup>은 Blalock-Taussig 문합술후에 쇄골하동맥도류 증후군(subclavian steal syndrome)이 생기고 이것이 척추뇌저동맥허혈(verte-

brobasilar ischemia)의 원인이 될 수 있음을 보고하였다.

신경학적 문제들은 수술 직후에는 마취제, 근육이완제 등의 효과때문에 정확히 평가하기 어려운 경우도 있으나, 성인에서 연구된 바로는, 급성기의 경우 Gilman<sup>7)</sup>은 34%, Branthwaite<sup>8)</sup>는 19.2%, Sotaniemi<sup>9)</sup>는 37%에서 신경학적 합병증이 발생하였고, 1988~1989년에 미국의 6개 센터에서 소아에서 조사한 결과는 2%에서 25%까지(평균 8%)로 보고하였다<sup>11)</sup>. 그러나 뇌손상의 정도를 평가하기 위하여 정신측정분석(psychometric analyses) 등 보다 예민한 방법을 적용시킬 경우에는 보고마다 차이는 있지만 발생률이 50%이상으로 증가하게 된다. 본 연구의 경우는 4.7%에서 신경학적 합병증이 발생하여 외국의 보고와 비슷한 결과를 보여주고 있으나, 이는 후향적 연구에서는 과소평가가 된다는 연구결과<sup>18,19)</sup>를 고려할 때 실제보다 적게 평가되었을 가능성을 배제할 수 없다. 장기적으로 후유증이 남는 경우는, 외국 문헌에는 2% 내지 9% 정도에서 발생하였다고 보고되어 있다<sup>5,6,8,9,11,12)</sup>.

한편 개심술후 합병되는 횡경신경마비에 관해서는 국내에서 성인에서 이 등<sup>20)</sup>이 31%의 높은 빈도를 보고하였고, 본 연구에서는 2%의 낮은 빈도를 보였는데, 환자군의 나이, 진단명 및 증례 수의 차이가 많아서 직접적인 비교는 곤란하다고 생각된다.

신경학적 합병증이 일어나게 되는 요인을 시기적으로 나누어 보면, 수술 이전, 수술 도중, 수술 이후의 세가지로 나눌 수 있는데, 수술이전의 뇌기형이나, 수술도중의 저산소증(hypoxic insult), 공기나 혹은 여러가지 작은입자로 인한 미세색전증(micro-embolization), 뇌혈류나 뇌대사의 장애, 그리고 수술이후의 저심박출량 상태 등의 원인에 의해서 발생된다.

신경학적 합병증의 기전(mechanism)으로는 현재까지 색전현상(embolism)과<sup>12)</sup> 뇌혈관의 저관류(hypoperfusion)에 의한 저산소증의 두가지가 중요하고<sup>5,6)</sup>, 그 외에 초저체온법이나 갑작스런 여러가지 생화학적 변화 등이 있다고 알려져 있다.

수술이전의 요인으로서 수술전 진단에 따른 문제를 고려해 볼때, 일반적으로 비청색증형 선천성심장병에 비하여 청색증형 선천성심장병에서 지능도 낮고 지각이나 운동기능이 떨어진다는 사실은 잘 알려져 있다<sup>21)</sup>. 청색증형 선천성심장병중의 하나인 완전대혈관전위(d-

TGA) 환아들에서 연구된 결과로도 수술시기를 늦게할수록 만성적인 우-좌 단락(right-to-left shunt)으로 저산소혈증 상태가 초래되고 환아들의 인지능력(cognitive function)이 떨어짐을 보고한 경우도 있어서<sup>22)</sup> 이러한 경우 가능한한 수술시기를 빨리 잡는 것이 도움이 될 수 있다. 한편 본 연구결과에서는 개심술후에 청색증형 선천성심장병에서 신경학적 합병증의 발생률이 훨씬 높았는데 여기에는 여러가지 요인들이 같이 관여하였을 가능성을 배제할 수 없을 것으로 생각된다. 수술종류에 따른 신경학적 합병증의 발생빈도는 특히 Jatene 과 Fontan 수술에서 높은 발생률을 보였는데 외국의 경우 Fontan 수술후에 3 $\frac{1}{2}$  개월만에 뇌경색이 온 경우도 보고되어 있어<sup>23)</sup> 지속적인 추적관찰이 요구된다 하겠다. 한편 뇌경색의 측면에서 볼 때, 소아의 경우에는 25%에서 30%정도에서 심장질환이 있는 경우이고 청색증형 선천성심장병에서는 병의 경과중 1.5% 내지 3.8%정도에서 뇌졸중이 발생한다고 되어있어 심장질환이 뇌졸중의 중요한 원인중의 하나로 알려져 있다.

성인에서는 심장수술이전에 시행하는 뇌졸중이 있는 경우에 심장수술이후 뇌졸중의 위험도가 높다는 결과는 이미 여러 보고에서 잘 알려져 있고, 개심술 이전 3개월 이내에 뇌졸중이 시행했던 경우에 더 빈도가 높다는 보고도 있고<sup>24)</sup>, 경동맥 협착(carotid stenosis)이 있는 환자에서 심장수술후에 사망률도 높고 뇌혈관사고의 발생률도 높다는 보고도 있지만<sup>25)</sup>, 소아에서는 이러한 질환 자체가 드물기도하고 연구도 아직 미미하므로, 결과가 현재 확인되지 않은 실정이다.

수술도중의 요인으로서는 체외순환법, 저체온법, 완전순환차단법 등이 밀접한 관계를 가지고 있다. 체외순환도중에는 여러가지 혈액 세포들에 대한 전단 응력(shearing stress)이 생기고, 공기 방울, 섬유소나 조직의 파편, 혈소판 혈전에 의해서 미세색전이 형성될 수 있으며, 관류액들은 이상 기체나 막의 표면(membrane surface)에 노출되게 된다. 일련의 이러한 현상들이 적혈구를 뭉치게하고, 혈소판의 응집과 색전화를 증가시키고, 단백질 변성으로 지방단백(lipoprotein)이 파괴되고, 혈장 점도가 증가하게 된다. 이들에 대한 체액반응은, 응고인자가 활성화되고, 미세응고가 촉진되고, 섬유소 용해 활성이 증가되고, 혈관 투과성이 증가되고, 보체계가 활성화되고 뒤이어 고갈되는 방향으로 일어난다.<sup>5)</sup>

Brennan 등<sup>26)</sup>은 이미 22년전에 동물실험을 통하여 체외순환 도중에 미세색전이 발생하고 이것이 뇌손상을 입힐 수 있으므로 산화기의 선택과 혈액여과를 통하여 그 발생률을 감소시킬수 있음을 보고하였고, 심인성 색전증이 또한 심장수술 전후의 뇌졸중의 주요한 원인이 될 수 있음도 잘 알려진 사실이다<sup>19,27)</sup>. 실제적으로, 혈액성분에 손상을 많이 주는 기포형 산화기(bubble oxygenator)에 막형 산화기(membrane oxygenator)로 바꾼 뒤에 혹은 동맥 여과(arterial filter)를 한후에 색전 현상이 많이 감소하게 되었다는 사실은<sup>19)</sup>, 혈병이나 공기색전이 있는 경우에 이들이 신경학적 합병증의 발생의 중요한 위험인자로 볼 수 있다는 과거의 연구결과들을 뒷받침해준다고 할 수 있겠다. 본원에서도 80년대 후반이후 거의 모든 경우에 막형 산화기와 동맥 여과를 사용하여 개심술을 시행하고 있고, 국내의 다른 병원에서도 이렇게 하고 있는 병원이 많아지고 있다고 알고 있다.

다른 한편으로는 체외순환 혹은 관류시간(perfusion time)이 길거나, 수술 도중에 심각한 정도의 저혈압이 있어서 뇌혈류가 불충분 했거나, 심기능 정지 혹은 저산소증에 의한 뇌손상이 있는 경우에도 신경학적 합병증의 발생의 중요한 위험인자로 볼 수 있다는 사실도 이미 잘 알려져 있다. 성인에서의 연구이지만 Branthwaite<sup>8)</sup>는 환자의 나이가 50세이상일때, 관류시간이 120분이상일때, 수술이전에 이미 신경학적 장애가 있었을때, 신경학적 합병증이 많았다고 하였고, Sotaniemi<sup>9)</sup>는 그중에서도 긴 관류시간이 가장 중요한 위험인자라고 하였다. 본 연구에서도 체외순환시간이 길어질수록 신경학적 합병증의 발생률이 증가하였으며, 대동맥차단시간도 길어질수록 발생률이 증가되어서 외국의 보고들과 같은 결과를 얻을 수 있었으며, 전순환 정지시간 역시 시간이 길어질수록 신경학적 합병증의 발생빈도가 증가되었는데 특히 전순환정지시간이 60분이상일 경우에는 50%의 높은 발생률을 보였다. 이는 직접적인 비교는 어렵겠지만 국내에서 백 등<sup>14)</sup>이 성인 환자의 대동맥류 수술시 전순환정지시간이 45분이 경과한 4명 모두에서 신경학적 이상이 나타났다는 보고와 비슷한 결과를 보여주었다.

초저체온법하에서의 전순환정지에 관한 외국의 연구들은, 만 2세 미만에 일찍 수술을 하게되면 그후의 발달에 지장이 없다는 보고도 있지만<sup>28)</sup>, 체온 18°C 내지 20°C에서 전순환정지시간이 50분내지 60분이 지나면 신경학

적 이상이 나타나는 빈도가 갑자기 증가하게 될뿐만 아니라, 지능을 포함한 정신적 발달에 영향을 미친다는 보고도 있으므로<sup>29)</sup> 전순환정지시간을 45분이내로 제한하는 것이 안전하다고 하였다<sup>30)</sup>. 최근 초저체온법에서는 뇌혈류의 자동조절 (autoregulation) 기능을 상실하게 되어 뇌혈류의 감소가 일어나게 되고, 완전순환정지상태에 일단 노출되게 되면 뇌 재관류 (reperfusion)가 장애를 받는다고 보고가 있는데<sup>31)</sup> 이것으로 초저체온법후에 신경학적 후유증이 나타나는 기전을 설명할 수도 있을 것이다. 본 연구에서도 신경학적 합병증이 생겼던 군에서 저체온법의 정도가 통계학적으로 유의하게 낮았다.

한편 불행하게도 심장수술을 받게 되는 환아들에 있어서의 수술전 신경학적 상태에 대한 연구는 거의 없는 실정이기에, 이러한 환아군에 있어서 이미 존재하고 있는 신경학적 혹은 발달학적 문제에 대한 발생빈도는 정확히 알려져 있지 않다. 그러나, 선천성 심장병환자 중 일부에서는 분명히 저긴장성 (hypotonic) 이고, 성장장애나 발달지연이 있다. Newburger 등<sup>22)</sup>은 청색증이 있는 환아에서 지능장애, 운동장애의 위험도가 클 수도 있다고 보고하였다.

개심술후의 장기적으로 남는 신경학적 혹은 신경정신학적 후유증에 관한 연구는 방법론적인 측면에서도 문제를 가지고 있다. 즉 표본 (sample)의 문제로는, 작은 표본수, 수술이전에 이미 존재하고 있는 사회경제적 차이나 지능 (IQ)의 차이 혹은 신경학적 장애의 차이에서 오는 환아들의 이질성 (heterogeneity) 등이 있을 수 있겠고, 수술의 문제로는, 수술의 시기, 복잡성, 지속 시간, 우회 (bypass) 기계의 종류, 색전증의 가능성 등이 있을 수 있다. 그리고 수술후 기간에서의 수술후 관리나 감염증의 차이가 있을 수 있고, 환자 추적관리의 문제로는, 어린 소아에서 적절한 정신측정검사 (psychometric test)가 없다는 것과 검사방법을 잘못 선택하는 문제, 주의력이나 기억력 혹은 언어처리과정, 학습성취도에 대한 평가를 하기 어렵다는 문제점들이 있기 때문에, 이 분야의 연구의 어려움이 여기에 있다고 할 수 있겠다<sup>5)</sup>.

최근 외국에서는 수술도중에 일어나는 뇌장애를 보다 일찍 알아내기 위하여 여러가지 수술중 감시장치 (intraoperative cerebral monitoring)가 시도되고 있다. 수술중 뇌파 감시장치, 컴퓨터화된 뇌파장치인 뇌기능 감시기 (cerebral function monitor, CFM), 도플러 (doppler)에 의한 뇌혈관 관류측정, 체감각 유발전위

(SEP) 등이 시도되고 있다. Markand 등<sup>32)</sup>은 저체온법이 축삭전도 (axonal conduction)를 느리게 만들고 신경전달물질의 방출을 저해하여 시냅스전도 (synaptic transmission)를 억제함으로써, 온도의 변화에 따라서 뇌간청성유발전위 (BAEP)의 I, III, V파의 잠복기와 I~V의 정점사이의 잠복기가 연장됨을 보여주었다. 그러나 이러한 신경생리학적 감시와 신경학적 합병증사이의 관계를 평가하기 위해서는 앞으로 더 많은 연구가 필요한 실정이다.

뇌영상검사에 대한 연구로는, 뇌전산화단층촬영을 개심술 전후에 촬영하면 뇌실질의 감소가 발생하는 경우가 있는데, 혈액여과를 하지 않은 경우나 여과크기가 큰 경우 (40  $\mu$ ) 혹은 전순환 정지시간이 60분 이상인 경우에 발생하였고, 이러한 변화의 원인은 아마도 미세색전이나 수술중의 저산소증 때문일 것이라는 보고가 있는데<sup>33)</sup> 이 환아들은 임상적으로는 뇌손상의 증상이 없었고 수술 후 6개월내지 11개월사이에 뇌영상소견이 수술전 상태로 회복됨을 보여주었다. 뇌자기공명영상의 경우에도 McConnell 등<sup>34)</sup>은 개심술후에 대다수에서 뇌실확장이 생기고 일부에서는 소량의 경막하혈종 (subdural hematoma)가 발생하는 경우를 보고하여 실질적으로 임상증세가 없어도 뇌자기공명영상상에 변화가 온다는 것을 밝혔다.

소아에서의 개심술 후에 나타나는 신경학적 합병증을 감소시키기 위해서는 여러가지 측면에서 고려해야 할 사항이 있다. 우선 심방세동 등의 부정맥이나 심실벽색성 (ventricular mural)의 혈전, 판막성 심질환, 감염성 심내막염<sup>27)</sup>, 체외순환 시스템내의 공기, 여러가지 미세응집괴 (microaggregate)의 형성 등의 색전증을 일으킬 수 있는 상황들을 염두해두고, 수술전에 신중하게 환자를 진찰하고 심에코검사, 혈관조영술 등의 적절한 검사를 실시하고 발견, 치료함으로써, 색전증의 발생빈도를 낮추어야 할 것이다<sup>35)</sup>. 그리고 앞서 언급했지만 수술중에는 막형 산화기와 동맥 여과를 사용하여 개심술을 시행하고 공기를 제거하기위한 배출구 (vent)를 설치하고 수술하는 것이 색전증의 발생빈도를 낮추는 데에 기여할 것이다. 그리고 저체온법을 사용하게 될 경우에는 혈액의 점도가 증가하게 되므로 이때는 헤마토크리트 (hematocrit) 값을 25%내지 30%정도로 낮추어주었다가, 수술후반부에 다시 재가온 (rewarming)시에는 산소요구가 증가하게 되므로 헤마토크리트값을 30%이상

으로 올려주는 것이 바람직하다<sup>30)</sup>. 또한 뇌혈류가 평균 동맥압 60 mmHg에서 160 mmHg정도에서는 일정하게 유지되므로<sup>10)</sup>, 수술도중에 심각한 정도의 혈압감소는 피해서 최소한 평균동맥압 60 mmHg정도는 유지하는 것이 안전할 것이고, 본 논문의 결과에서 알 수 있는 바와 같이 가능한 한 체외순환시간, 대동맥 차단시간, 전순환 정지 시간을 짧게 하는 것이 저산소허혈성뇌증을 감소시켜 신경학적 합병증의 발생을 줄이는데 기여할 것으로 생각된다. 마취액에의 경우에도 isoflurane은 barbiturate계의 약물처럼 뇌산소소모량을 낮춤으로써 뇌허혈상태로부터 뇌를 보호하는 작용이 있다고 알려져 있으므로<sup>19)</sup> 이러한 사실도 마취시 고려해볼적하다고 생각된다.

치료적 측면으로는, 일단 신경학적 합병증이 발생하게 되면, 저산소허혈성후손등을 포함한<sup>36)</sup> 환자의 여러 가지 상태를 적절히 평가하고, 급성뇌경색이나 진행성 뇌졸중이 있을 경우는 이에 대한 적절한 치료를 해야한다. 아울러 과호흡, mannitol등의 고삼투압제, dexamethasone등의 스테로이드제의 투여등 뇌부종 및 뇌압상승에 대한 처치가 요구되기도 하고, 발작이 있을 경우에는 항경련제를 투여하고, 수액 및 전해질요법, 영양등의 일반적 보존적 치료에도 신경을 써야한다. 급성기가 지나가면, 물리치료 및 작업요법, 언어치료 등을 포함한 통합된 재활치료를 실시해야 되는데, 이것을 시행할 수 있는 프로그램이 짜져야 한다고 생각된다. 그리하여 이러한 환아들에게 주어진 여생을 보다 높은 질의 생활로 영위할 수 있도록 도와주어야 하겠다. 앞으로의 연구방향은 심장외과전문의, 마취전문의, 중환자실의 간호사, 소아신경 전문의, 소아정신과 전문의들이 밀접히 협력하여 연구 디자인을 작성하고, 본 연구에서보다도 더욱 많은 요인들을 고려한 다변량분석을 이용한 전향적 연구(prospective study)가 필요하리라 생각된다. 그리하여 이러한 신경학적 합병증 및 후유증의 발생 기전을 밝히고 발병률을 감소시키는 데 기여해야 하겠다.

## 결 론

개심술후의 신경학적 합병증을 연구하기 위하여 1990년 7월부터 1992년 6월까지 만 2년동안 서울대병원 소아흉부외과에 입원하여 체외순환을 이용하여 개심술을 받았고 병록 고찰이 가능하였던 총 655명을 대상으로 후

향적 연구를 통하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 전체 대상환아의 연령은 평균 36.4개월, 성별은 남아 371명 여아 284명이었다. 그중에서 신경학적 합병증은 모두 31명에서 발생하여 4.7%의 발생률을 보였고, 신경학적 합병증의 발생하였던 군의 연령은 평균 28.5개월, 성별은 남아 21명, 여아 10명이었고, 신경학적 합병증이 발생하지 않았던 군의 연령은 평균 36.8개월, 성별은 남아 350명 여아 274명이어서 두군간에 통계학적인 차이는 없었다.

2) 신경학적 합병증이 발생하였던 환자에서의 수술진단은, 청색증형 선천성심장병에서는 20례에서 발생하여 7.8%, 비청색증형 선천성심장병에서는 11례에서 발생하여 2.9%의 발생률을 보여, 청색증형 선천성심장병에서 훨씬 높은 발생률을 보였다(P value < 0.01).

3) 수술종류에 따른 신경학적 합병증의 발생빈도는 교정수술, 특히 Jatene과 Fontan 수술에서 각각 33.3%, 12.1%의 높은 발생률을 보였다.

4) 신경학적 합병증이 발생하였던 군에서는 신경학적 합병증이 발생하지 않았던 군에 비하여 체외순환시간, 대동맥 차단시간, 전순환 정지시간이 통계적으로 유의하게 길었고, 저체온법의 정도는 통계학적으로 유의하게 낮았다.

5) 신경학적 합병증의 발생시기는 0일(수술당일)부터 수술후 24일 사이에 발생하였는데, 수술당일날이 11례, 수술후 1일째 9례, 수술후 2일째 5례가 발생하여 수술후 72시간 이내에 전체의 80.6%에서 발생하였다.

6) 신경학적 합병증의 종류로는 발작 26례(84%), 의식변화 13례(42%)의 순이었고, 그 밖에 반측마비 1례(3%), 근긴장도의 감소가 1례(3%) 있었다.

7) 전체 대상환아 31례중,

(가) 뇌파는 11례에서 시행되었고, 평탄뇌파 4례, 전반적 서파 5례, 국소적 서파 3례, 전반적 억제 5례, 국소적 억제 2례, 극파 2례, 비대칭은 3례에서 있었다.

(나) 뇌전산화단층촬영은 9례에서 시행되었고, 전반적 뇌팽창 3례, 다발성 음영감소 1례, 전반적 뇌위축이 1례에서 있었다.

(다) 뇌자기공명영상은 3례에서 시행되었고, 전반적 뇌위축이 2례, 국소적인 뇌팽창이 1례에서 있었다.

8) 신경학적 합병증이 발생하게된 가능한 원인으로서는, 범발성의 저산소허혈성 뇌증(HIE)이 16례로 가장 많았고, 색전증에 의한 것이라고 추정되는 국소적 혹은

허혈성 뇌졸중이 3예, 그 밖에 전해질 혹은 산-염기 균형 이상이 8예 있었고, 원인을 발견할 수 없었던 경우가 4예 있었다.

9) 임상경과는, 퇴원당시 완전 회복된 경우가 14례로서 신경학적 합병증이 생긴 환자의 45.2%, 퇴원당시 약물복용을 하면서 조절된 경우가 3예(9.7%) 있었고, 장기적 후유증(long-term sequela)이 남은 경우는 2예(6.5%)가 있었다. 사망한 경우는 모두 11례가 있어서 신경학적 합병증이 생긴 환자의 35.5%를 차지하였고, 특히 의식변화가 있었던 환자에서는 사망률이 61.5%로 훨씬 높았다.

10) 사망한 11예에 있어서의 직접 사인으로는, 그 중 7예에서는 뇌손상에 의한 것이었으며, 4예에서는 심부전, 호흡부전, 패혈증 등의 다른 원인에 기인하였다.

이상에서 소아에서의 개심술 후에 나타나는 신경학적 합병증은 비교적 흔하게 볼 수 있는 것으로서 그중 상당수에서 직접 사인이 되기도 하는 중요한 질환이므로, 향후 이러한 환아들에 대한 적절한 조기평가 및 치료가 이루어져야 하겠다.

### 참 고 문 헌

- 1) 송진천, 조범구, 서경필, 이영근, 이동준 : 한국의 개심술 현황. 대한흉부외과학회지 22:996-1000, 1989
- 2) 박표원, 서동만, 송명근, 김삼현, 박영관, 이영근, 고재근, 김남수, 이홍재, 이상훈, 최영희, 유시준, 김현자, 문현수 : 1986년 개심술 622예에 대한 임상적 고찰. 대한흉부외과학회지 20:489-497, 1987
- 3) 박강용, 최연호, 하태선, 하일수, 정해일, 최용, 고광욱, 노준량 : 심장수술후에 속발한 급성 신부전. 소아과 35:1198-1209, 1992
- 4) Lange HW, Aeppli DM, Brown DC: *Survival of patients with acute renal failure requiring dialysis after open heart surgery: Early prognostic indicators. Am Heart J 113:1138-1143, 1987*
- 5) Ferry PC: *Neurologic Sequelae of Cardiac Surgery in Children. AJDC 141:309-312, 1987*
- 6) Editorial: *Brain damage and open-heart surgery. Lancet ii:364-366, 1989*
- 7) Gilman S: *Cerebral disorders after open-heart operations. N Engl J Med 272:489-498, 1965*
- 8) Branthwaite MA: *Neurologic damage related to open-heart surgery: A clinical survey. Thorax 27:748-753, 1972*

- 9) Sotaniemi KA: *Brain damage and neurological outcome after open-heart surgery. J Neurol Neurosurg Psychiatry 43:127-135, 1980*
- 10) Furlan AJ, Breuer AC: *Central Nervous System Complications of Open Heart Surgery. Stroke 15:912-915, 1984*
- 11) Ferry PC: *Neurologic Sequelae of Open-Heart Surgery in Children: 'An Irritating Question'. AJDC 144:369-373, 1990*
- 12) Editorial: *Brain damage after Open-heart Surgery. Lancet i:1161-1162, 1982*
- 13) 이정렬, 김용진 : 소아 연령군에서의 냉각-산소화-회색-혈심정지액을 이용한 심근 보호에 대한 임상적 고찰. 대한흉부외과학회지 25:211-219, 1992
- 14) 백완기, 안 혁 : 대동맥류 수술시의 초저체온법 및 완전순환차단에 관한 임상고찰. 대한흉부외과학회지 25:511-517, 1987
- 15) Robinson RO, Samuels M, Pohl KRE: *Choreic syndrome after cardiac surgery. Arch Dis Child 63:1466-1469, 1988*
- 16) Aldrich MS, Alessi AG, Beck RW, Gilman S: *Cortical Blindness: Etiology, Diagnosis, and Prognosis. Ann Neurol 21:149-158, 1987*
- 17) Kurlan R, Krall RL, Deweese JA: *Vertebrobasilar ischemia after total repair of tetralogy of Fallot: Significance of subclavian steal created by Blalock-Taussing anastomosis. Stroke 15:359-362, 1984*
- 18) Rodewald G, Meffert HJ, Emskötter Th, Götze P, Lachenmayer L, Lamparter U, Krebber HJ, Kalmar P, Pokar H: *'Head and Heart'-Neurological and psychological reactions to Open Heart Surgery. Thorac Cardiovas Surgeon 36:254-261, 1988*
- 19) Wong DHW: *Perioperative stroke Part II: Cardiac surgery and cardiogenic embolic stroke. Can J Anaesth 38:471-488, 1991*
- 20) 이재성, 송인기, 최종범, 최순호 : 개심술후 합병되는 횡격신경마비에 관한 임상적 고찰. 대한흉부외과학회지 20:483-488, 1987
- 21) Silbert A, Wolff DH, Mayer B, Rosenthal A, Nadas AS: *Cyanotics heart disease and psychological development. Pediatrics 43:192-200, 1969*
- 22) Newburger JW, Silbert AR, Buckley LP, Fyler DC: *Cognitive function and age at repair of transposition of the great arteries in children. N Engl J Med 310:1495-1499, 1984*
- 23) Mathews K, Bale Jr JF, Clark EB, Marvin Jr WJ, Doty DB: *Cerebral infarction complicating Fontan surgery for cyanotic congenital heart disease. Pediatr*

- Cardio* 7:161-166, 1986
- 24) Rorick MB, Furlan AJ: *Risk of cardiac surgery in patients with prior stroke. Neurology* 40:835-837, 1990
- 25) Brener BJ, Brief DK, Alpert J, Goldenkranz RJ, Parsonnet V: *The risk of stroke in patients with asymptomatic carotid stenosis undergoing cardiac surgery: A follow-up study. J Vasc Surg* 5:269-279, 1987
- 26) Brennan RW, Patterson Jr RH, Kessler J: *Cerebral blood flow and metabolism during cardiopulmonary bypass: Evidence of microembolic encephalopathy. Neurology* 21:665-672, 1971
- 27) Maruyama M, Kuriyama Y, Sawada T, Yamaguchi T, Fujita T, Omae T: *Brain damage after open heart surgery in patients with acute cardioembolic stroke. Stroke* 20:1305-1310, 1989
- 28) Blackwood MJA, Haka-Ikse K, Steward DJ: *Developmental outcome in children undergoing surgery with profound hypothermia. Anesthesiology* 65: 437-440, 1986
- 29) Wells FC, Coghill S, Caplan HL, Lincoln C: *Duration of circulatory arrest dose influence the psychological development of children after cardiac operation in early life. J Thorac Cardiovasc Surg* 86: 823-831, 1983
- 30) Sabiston Jr DC, Spencer FC: *Surgery of the Chest. 5th ed. Philadelphia, WB Saunders Co, 1990, P 1107-1125*
- 31) Greeley WJ, Ungerleider RM, Smith LR, Reves JG: *The effects of deep hypothermic cardiopulmonary bypass and total circulatory arrest on cerebral blood flow in infants and children. J Thorac Cardiovasc Surg* 97:737-745, 1989
- 32) Markand ON, Lee BI, Warren C, Stoelting RK, King RD, Brown JW, Mahomed Y: *Effects of hypothermia on brainstem auditory evoked potentials in humans. Ann Neurol* 22:507-513, 1987
- 33) Muraoka R, Yokota M, Aoshima M, Kyoku I, Nomoto S, Kobayashi A, Nakano H, Ueda K, Satio A, Hojo H: *Subclinical changes in brain morphology following cardiac operations as reflected by computed tomographic scans of the brain. J Thorac Cardiovasc Surg* 81:364-369, 1981
- 34) McConnell JR, Flemming WH, Chu WK, Hahn FJ, Sarafian LB, Hofschire PJ, Kugler JD: *Magnetic Imaging of the brain in infants and children before and after cardiac surgery: A prospective study. AJDC* 144:374-378, 1990
- 35) Fessatidis I, Prapas S, Havas A, Didilis V, Alotzeilat A, Missias G, Asteri T, Spyrou P: *Prevention of perioperative neurological dysfunction: A six year perspective of cardiac surgery. J Cardiovasc surg* 32: 570-574, 1991
- 36) Levy DE, Caronna JJ, Singer BH, Lapinski RH, Frydman H, Plum F: *Predicting outcome from hypoxic-Ischemic coma. JAMA* 253:1420-1426, 1985

= Abstract =

## Neurologic Complications after Open-Heart Surgery in Children

Tae Sung Ko, M.D., Ki Joong Kim, M.D.

Dong Wook Kim, M.D., and Yong Seung Hwang, M.D.

*Department of Pediatrics, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea*

Yong Jin Kim, M.D., and Joon Ryang Rho, M.D.

*Department of Thoracic Surgery*

Neurologic complications after open-heart surgery are not only relatively common but also often fatal. In order to know the clinical characteristics and causative risk factors, we carried out the retrospective study on 655 patients who had been admitted and undergone OHS at Seoul National University Children's Hospital during 2-year period from July 1990 to June 1992. The results were as follows;

- 1) The incidence of neurologic complications after OHS was 4.7% (31 cases) of the total 655 cases.
- 2) In the viewpoint of the pre-op diagnosis, neurologic complications developed in 20 cases (7.8%) among cyanotic congenital heart disease and in 11 cases (2.9%) among acyanotic CHD.
- 3) In the viewpoint of the type of operation, the incidence of neurologic complications was 33.3% in Jatene procedure and 12.1% in Fontan procedure.
- 4) Compared with the group who didn't develop neurologic complications (624 cases), cardiopulmonary bypass time, aorta cross clamp time, and total arrest time were longer and the degree of hypothermia was lower in the group who had neurologic complications (31 cases), which are statistically significant each other ( $p \leq 0.01$ ).
- 5) In 25 cases (80.6%), neurologic complications occurred within 72 hours after OHS.
- 6) Clinical manifestations of neurologic complications were seizures (26 cases, 84%), consciousness change (13 cases, 42%), hemiplegia (1 case), and decreased muscle tone (1 case).
- 7) Of the 31 cases, 16 cases showed more than one abnormal finding among EEG, Brain CT, or Brain MRI.
- 8) The possible etiologies of neurologic complications were diffuse hypoxic ischemic encephalopathy (16 cases, 51.6%), focal or multiple ischemic stroke that was thought to be due to microembolisms (3 cases, 9.7%), electrolyte or acid-base imbalance (8 cases, 25.8%), and the remainders were unknown (4 cases, 12.9%).
- 9) In the course of neurologic complications, 11 cases (35.5%) expired, 14 cases (45.2%) recovered at discharge, 3 cases (9.7%) were controlled at discharge, and 2 cases (6.5%) had long-term sequela (one spastic quadriplegia and one hemiparesis).
- 10) The cause of death among mortality cases were mainly due to brain damage (7 cases), while 4 cases had other direct causes such as heart failure, respiratory failure, or sepsis.

### Key Words:

Neurologic complications, Open-Heart surgery, Children.