

활로씨 4징의 교정 수술 후 심전도와 신호 평준화 심전도의 변화

경북대학교 의과대학 소아과학교실, 계명대학교 의과대학 소아과학교실*

서혜은 · 임해리 · 김여향* · 현명철 · 이상범

The changes of electrocardiography and signal-averaged electrocardiography after surgical repair of Tetralogy of Fallot

Hye-Eun Seo, M.D., Hae-Ri Lim, M.D., Yeo-Hyang Kim, M.D., Ph.D.*
Myung-Chul Hyun, M.D. and Sang-Bum Lee, M.D.

Department of Pediatrics, College of Medicine, Kyungpook National University,
Department of Pediatrics*, College of Medicine, Keimyung University, Daegu, Korea

Purpose : The purpose of this study was to analyze the changes of the late potential of Signal-averaged electrocardiography (SAECG) and Electrocardiography (ECG) parameters during follow up of those who had taken surgical repair of Tetralogy of Fallot (TOF).

Methods : Nine patients who had taken surgical repair of TOF since 1985 checked SAECG and standard 12 leads ECG twice in 1999 and 2005 in Kyungpook national university hospital. We evaluated changes of QRS duration, QT interval and JT interval, QRS dispersion, QT dispersion and JT dispersion of standard 12 leads ECG and Filtered QRS (f-QRS), High frequency low amplitude potential (HFLA), Root mean square in terminal 40 ms (RMS) and Mean voltage in terminal 40 ms (MV) of SAECG between in 1999 and 2005.

Results : There were significant decrease of JT dispersion (101.11 ± 50.11 vs 71.11 ± 22.61 ms, $P < 0.05$) and significant increase of HFLA (24.67 ± 13.19 vs 32.89 ± 14.21 ms, $P < 0.05$). But there were no significant changes in other parameters.

Conclusion : In repaired TOF patients, we evaluated ECG and SAECG to detect possible late complications such as tricuspid regurgitation, right ventricular enlargement, ventricular arrhythmia and sudden death. And there were significant changes of ECG and SAECG in some parameters (JT dispersion, HFLA). But to see the relationships between the changes of these parameters and the long term prognosis, we need to check more patients and longer follow-up. (**Korean J Pediatr** 2007;50:462-468)

Key Words : Tetralogy of Fallot, Signal-averaged electrocardiography, Electrocardiography

서 론

활로씨 4징은 청색증형 선천성 심질환 가운데 가장 흔한 질환이며, 국내에서도 수술적 치료가 시작된 지 40여년이 지나 이들 환자 중 많은 수가 성인이 되어 살고 있다¹⁻³⁾. 활로씨 4징은 큰 심실 증격 결손증에 폐동맥 및 폐동맥 판막, 누두부 협착이 동반된 우심실 유출로 협착, 우심실 비후, 대동맥 기승이 동반된

질환으로, 수술 후에는 청색증이 소실되고 우심실 비후도 호전되며 대부분의 환자에서 우수한 만기 예후를 보이고 있다. 그러나 여러 가지 수술 방법의 개선 및 변형에도 불구하고 수술 후 시간이 경과함에 따라 거의 대부분의 환자에서 폐동맥 역류증과 그로 인한 우심실 확장을 보이게 된다. 이러한 후기의 비정상적인 혈액학적 상태 즉 우심실의 용적 과부하는 과거에는 문제점으로 크게 인식되지 않았으나 점차 그것의 우심실 기능에 대한 영향⁴⁻⁶⁾ 우심실의 전기역학적 변화, 그리고 이에 따른 심실성 부정맥 및 급사 등⁷⁻⁹⁾ 문제가 부각되고 있다.

이에 이번 연구에서는 활로씨 4징 교정 수술을 받은 환자들에서 추적관찰 기간 동안 신호 평준화 심전도, 표준 12 유도 심전도 검사를 반복적으로 시행하고, 신호 평준화 심전도상의 후전

접수 : 2007년 1월 30일, 승인 : 2007년 3월 20일
책임저자 : 현명철, 경북대학교 의과대학 소아과학교실
Correspondence : Myung-Chul Hyun, M.D.
Tel : 053)420-5704 Fax : 053)425-6683
E-mail : mchyun@knu.ac.kr

위, 심전도상의 QRS 기간, QT 및 JT 간격 및 각각의 분산 등을 측정하여 후전위와 탈분극, 재분극의 변화를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

1985년 이후 경북대학교병원에서 활로씨 4징 교정 수술을 받고 추적 관찰 하던 중, 1999년에 표준 12 유도 심전도와 신호 평균화 심전도를 측정하고 기록이 확인된 환자수는 22명이었고, 2005년에 표준 12 유도 심전도와 신호 평균화 심전도를 다시 추적 관찰할 수 있었던 환자수는 9명이었다. 1999년과 2005년에 12 유도 심전도와 신호 평균화 심전도를 시행 받은 이들 9명의 대상 환자들은 모두 후향적으로 1999년과 2005년의 기록을 재검토하여 당시의 흉부 X-선 사진 상의 심흉곽비, 표준 12 유도 심전도 소견과 심실 빈맥 발생의 병력 및 24시간 활동 심전도 소견, 시행한 심장 초음파상 폐동맥관 역류 정도, 재수술 유무 및 방법, 재수술 시기 등에 대한 정보를 수집하였다. 또한 1999년에 시행한 표준 12 유도 심전도와 신호 평균화 심전도를 시점 1의 결과로 하였고, 재추적한 2005년 표준 12 유도 심전도와 신호 평균화 심전도를 시점 2의 결과로 하여, 시점 1과 시점 2의 표준 12 유도 심전도의 QRS 기간, QT 및 JT 간격, QRS 기간, QT 및 JT 간격 분산과 신호 평균화 심전도의 후전위를 서로 비교하였다.

2. 방 법

1) 표준 12 유도 심전도

표준 12 유도 심전도상 QRS의 시작과 T파의 끝이 분명히 보이는 6개 이상의 유도에서 QRS 기간, QT 간격을 측정하였고, 각 유도에서 적어도 3개 이상의 간격을 측정하여 평균한 값을 그 유도에서의 QRS 기간, QT 간격으로 확정하였다. QT 간격은 QRS의 시작에서 T파의 끝까지로 했고, U파가 있을 때에는 T파와 U파 사이의 가장 낮은 점을 QT 간격으로 잡았다. JT 간격은 QT 간격에서 QRS 기간을 뺀 간격으로 하였다. QRS 기간 분산은 측정된 QRS 간격 중 최대 QRS 기간에서 최소 QRS 기간을 뺀 값으로, QT 간격 분산은 측정된 QT 간격 중 최대 QT 간격에서 최소 QT 간격을 뺀 값으로, JT 간격 분산은 측정된 JT 간격 중 최대 JT 간격에서 최소 JT 간격을 뺀 값으로 계산하였다. 전체 환자에서 심전도에 영향을 주는 약물을 투여하고 있는 경우는 없었다.

2) 신호 평균화 심전도

신호 평균화 심전도(MacVu System, Marquette, USA) X, Y, Z 직교 유도 체계를 사용하여 300 박동을 평균하고, 100 배 확대하였고, 모든 환자에서 잡음은 $0.7 \mu V$ 이하였다¹⁰⁾. 여파 조절은 40-250 Hz를 사용하여 filtered QRS(f-QRS), high fre-

quency low amplitude potential(HFLA, $<40 \mu V$ and $20 \mu V$), root mean square(RMS, in terminal 40 ms), mean voltage (MV, in terminal 40 ms)를 구하였다.

3. 통계 처리

측정한 각각의 지표들은 SPSS 12.0(SPSS for windows, version 12.0, SPSS Inc, Chicago, IL, USA)을 이용한 paired t-test로 시점 1과 시점 2의 표준 12 유도 심전도와 신호 평균화 심전도 측정치들의 변화를 서로 비교하였다. $P < 0.05$ 일때 통계학적으로 유의한 차이가 있다고 보았다.

결 과

1. 임상 특징

대상 환자의 1999년 검사 당시 평균 나이는 13년 4개월(5년 7개월-19년 3개월)이었고, 2005년 재 추적 검사 당시 평균 나이는 18년 1개월(11년 11개월-25년 10개월)이었고, 남자는 7명, 여자는 2명이었다. 활로씨 4징 교정 수술 이후 2005년 재 추적 검사를 시행할 때까지 환자들의 평균 외래 추적 기간은 15년 3개월(10년 5개월-21년 5개월)이었다.

대상 환자 9명 중 1명에서 시점 1에 비해 시점 2에 심흉곽비가 증가 하였으나 모든 환자에서 통계학적으로 의미 있는 심흉곽비의 변화는 없었다(Table 1). 모든 대상 환자들에서 시행한 표준 12 유도 심전도와 24시간 활동 심전도에서는 1997년 검사에서 이소성 심방 빈맥을 보였던 1명 이외에는 심실 빈맥을 포함하여 부정맥 소견을 보인 환자는 없었다. 표준 12 유도 심전도와 24시간 활동 심전도에서 부정맥 소견을 보인 1명의 환자에서는 심장 초음파 검사 상 2도의 폐동맥관 역류와 승모관 역류가 지속되고 심흉곽비가 58%에서 68%로 증가 소견 있어 2001년 폐동맥관의 인공 판막 치환술과 승모판막 교정술을 시행하였고, 이를 제외하고는 모든 환자에서 1도를 넘는 폐동맥관 역류나 의미 있는 잔존 폐동맥 협착을 가진 환자는 없었다.

2. 표준 12 유도 심전도에서의 측정값

QRS 기간은 9명의 대상 환자들 중 시점 1에 비해 시점 2에 QRS 기간이 짧아졌거나 변화가 없었던 3명을 제외하고는 모두 증가되었다(Table 1, Fig. 1A). 시점 1의 QRS 기간은 107.78 ± 31.93 ms, 시점 2의 QRS 기간은 114.44 ± 28.33 ms로 증가 되었으나 통계학적으로 의미 있는 증가는 아니었다(Table 4).

QT 간격은 9명의 대상 환자들 중 시점 1에 비해 시점 2에 QT 간격이 짧아진 3명을 제외하고는 모두 증가되었다(Table 1, Fig. 1B). 시점 1의 QT 간격은 388.89 ± 31.79 ms, 시점 2의 QT 간격은 406.67 ± 38.41 ms로 증가되었으나 통계학적으로 의미 있는 증가는 아니었다(Table 4).

JT 간격은 9명의 대상 환자들 중 시점 1에 비해 시점 2에

Table 1. Comparison of ECG and SAECG Parameters and Cardiothoracic Ratio between Time 1 and 2 in Each Patient

Pts	QRS (ms)		QT (ms)		JT (ms)		CTR (%)		QRS dispersion (ms)		QT dispersion (ms)		JT dispersion (ms)		f-QRS (ms)		HFLA (ms)		RMS (μ V)		MV (μ V)	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	120	120	360	430	236	309	52	46	40	40	80	80	100	80	156	153	54	60	18	14	15	12
2	130	120	370	380	255	261	58	61	40	40	80	40	120	80	149	159	14	32	13	30	10	23
3	80	90	360	400	283	311	42	42	40	20	40	40	40	99	107	26	23	20	60	13	39	
4	130	150	410	400	279	249	55	55	50	20	60	60	70	60	149	147	20	25	20	25	15	23
5	90	100	370	380	286	283	55	53	20	40	60	60	60	80	104	118	20	25	16	24	11	19
6	50	80	400	390	347	308	48	47	20	20	120	60	120	60	119	126	34	37	34	18	16	8
7	90	80	360	380	267	299	50	49	20	20	40	40	60	40	114	122	28	44	9	19	6	13
8	130	150	430	500	294	342	47	47	70	20	80	100	140	100	155	178	12	11	21	33	16	27
9	150	140	440	400	290	260	44	45	40	20	180	100	200	100	173	178	14	39	87	26	69	20

Abbreviations : ECG, electrocardiography; CTR, cardiothoracic ratio; SAECG, signal-averaged electrocardiography; f-QRS, filtered QRS; HFLA, high frequency low amplitude potential; RMS, root mean square in terminal 40 ms; MV, mean voltage in terminal 40 ms

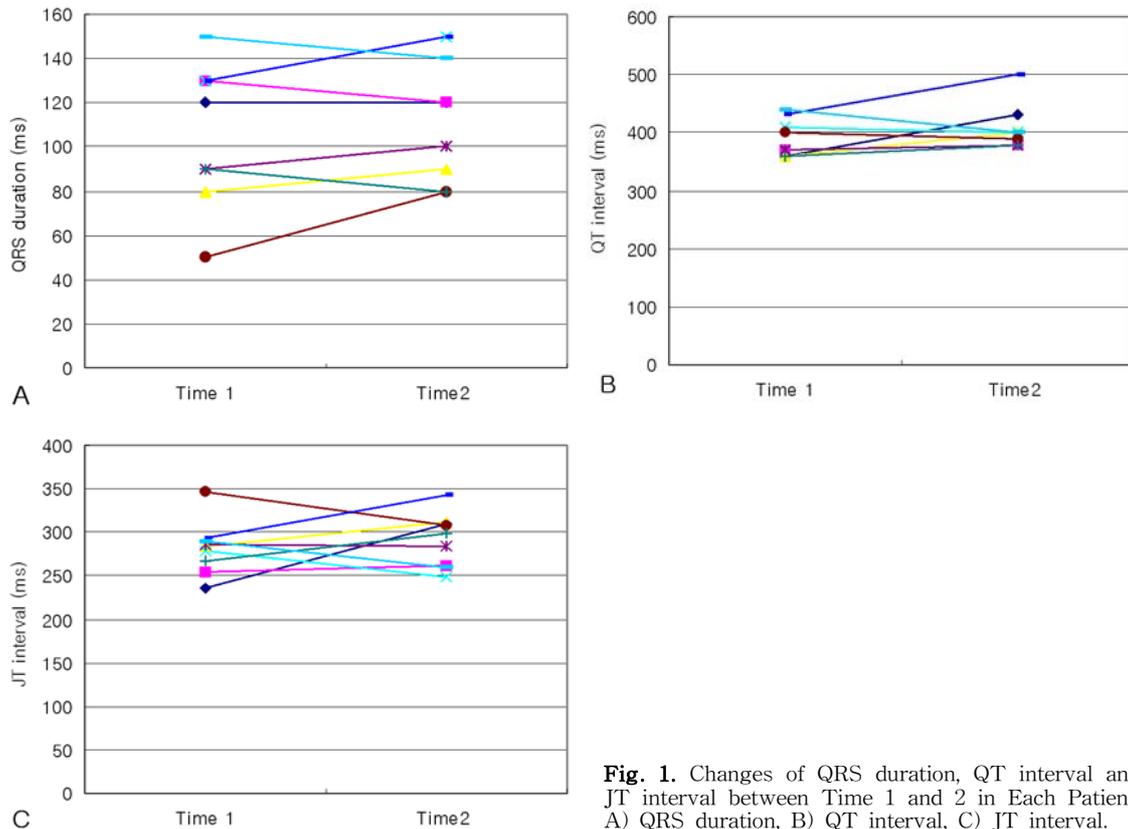


Fig. 1. Changes of QRS duration, QT interval and JT interval between Time 1 and 2 in Each Patient. A) QRS duration, B) QT interval, C) JT interval.

QT 간격이 짧아진 4명을 제외하고는 모두 증가되었다(Table 1, Fig. 1C). 시점 1의 JT 간격은 281.89 ± 30.68 ms, 시점 2의 JT 간격은 291.33 ± 30.34 ms로 증가되었으나 통계학적으로 의미 있는 증가는 아니었다(Table 4).

QRS 기간 분산, QT 간격 분산, JT 간격 분산은 9명의 대상 환자들 중 시점 1에 비해 시점 2에 각각 1명에서 증가, 4명, 3명

7명에서 작아졌고, 나머지 환자들은 시점에 따른 변화가 없었다 (Table 2, Fig. 2). 시점 1의 QRS 기간 분산, QT 간격 분산, JT 간격 분산은 37.78 ± 16.42 ms, 82.22 ± 44.09 ms, 101.11 ± 50.11 ms였고, 시점 2의 QRS 기간 분산, QT 간격 분산, JT 간격 분산은 26.67 ± 10.00 ms, 64.44 ± 24.04 ms, 71.11 ± 22.61 ms로 3가지 값 모두 시점 1에 비해 시점 2에 감소하였으나 JT

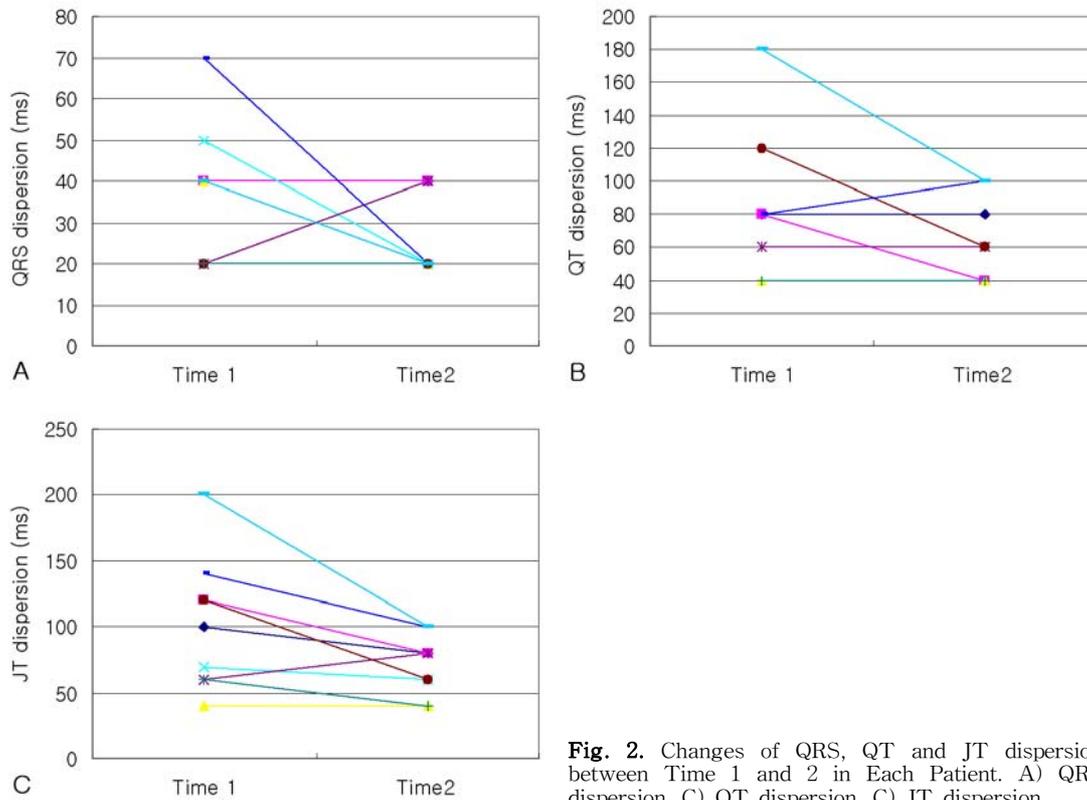


Fig. 2. Changes of QRS, QT and JT dispersion between Time 1 and 2 in Each Patient. A) QRS dispersion, B) QT dispersion, C) JT dispersion.

Table 2. Comparison of ECG Parameters, Cardiothoracic Ratio, SAECG between Time 1 and 2

	1	2
QRS (ms)	107.78 ± 31.93	114.44 ± 28.33
QT (ms)	388.89 ± 31.79	406.67 ± 38.41
JT (ms)	281.89 ± 30.68	291.33 ± 30.34
QRS dispersion (ms)	37.78 ± 16.42	26.67 ± 10.00
QT dispersion (ms)	82.22 ± 44.09	64.44 ± 24.04
JT dispersion (ms)	101.11 ± 50.11	71.11 ± 22.61*
f-QRS (ms)	135.33 ± 26.53	143.11 ± 26.16
HFLA (ms)	24.67 ± 13.19	32.89 ± 14.21*
RMS (μV)	26.44 ± 23.72	28.00 ± 13.46
MV (μV)	19.00 ± 19.04	20.44 ± 9.25
CTR (%)	50.11 ± 5.37	49.44 ± 5.88

*P<0.05

Abbreviations : ECG, electrocardiography; SAECG, signal-averaged electrocardiography; f-QRS, filtered QRS; HFLA, high frequency low amplitude potential; RMS, root mean square in terminal 40ms; MV, mean voltage in terminal 40 ms; CTR, cardiothoracic ratio

간격 분산만이 통계학적으로 의미 있는 감소가 있었다(Table 4, P<0.05).

3. 신호 평준화 심전도에서의 측정값

여과 조절 40-250 Hz에서 시행한 신호 평준화 심전도상의

f-QRS, HFLA, RMS, MV는 9명의 대상 환자들 중 각각 2명, 2명, 3명, 3명을 제외하고는 모두 시점 1에 비해 시점 2에 그 값이 증가하였다(Table 3, Fig. 3). 시점 1의 f-QRS, HFLA, RMS, MV는 135.33 ± 26.53 ms, 24.67 ± 13.19 ms, 26.44 ± 23.72 μV, 19.00 ± 19.04 μV였고, 시점 2의 f-QRS, HFLA, RMS, MV는 143.11 ± 26.16 ms, 32.89 ± 14.21 ms, 28.00 ± 13.46 μV, 20.44 ± 9.25 μV로, 3가지 값 모두 시점 1에 비해 시점 2에 증가하였으나 HFLA 만이 통계학적으로 의미 있는 증가가 있었다(Table 4, P<0.05).

고 찰

활로써 4정은 선천성 심질환 중 9-11%를 차지할 정도로 흔한 청색증형 심질환이며, 여러 가지 수술 방법의 개선 및 변형으로 우수한 단기 예후를 보이고 있다¹⁻³⁾. 그러나 우심실 유출로 확장술, 폐동맥관 절개술, 폐동맥 혈관 성형술 등으로 인해 거의 대부분의 환자에서 폐동맥 역류증과 그로 인한 우심실 확장을 보이게 된다. 즉, 수술 전에는 우심실의 압력 증가에 따른 우심실 비후성 병변이, 수술 후에는 판막 역류에 의한 용적 과부하의 병변으로 변화하는 것이다. 이러한 후기의 비정상적인 혈액역학 상태 즉 우심실의 용적 과부하는 과거에는 문제점으로 크게 인식되지 않았으나 점차 그것의 우심실 기능에 대한 영향⁴⁻⁶⁾과

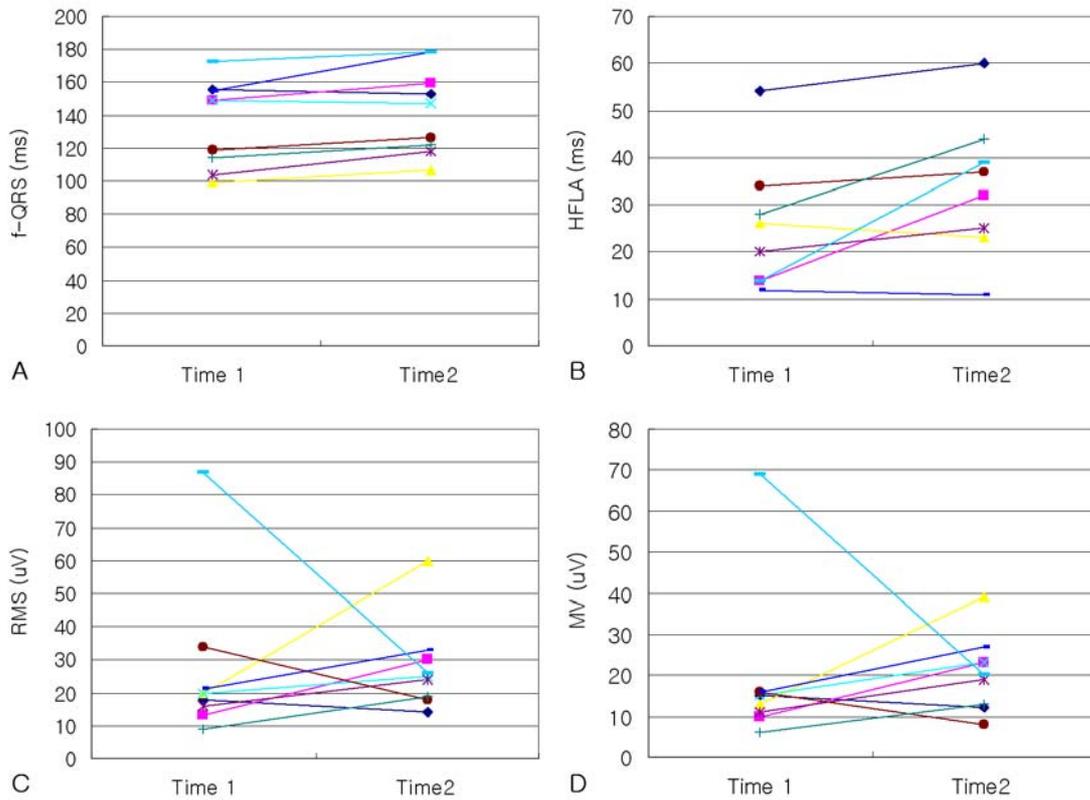


Fig. 3. Changes of SAECG between Time 1 and 2 in Each Patient. A) f-QRS, B) HFLA, C) RMS, D) MV
 Abbreviations : SAECG, signal-averaged electrocardiography; f-QRS, filtered QRS; HFLA, high frequency low amplitude potential; RMS, root mean square in terminal 40 ms; MV, mean voltage in terminal 40 ms.

우심실의 전기역학적 변화, 그리고 이에 따른 심실성 부정맥 및 급사 등⁷⁻⁹⁾의 문제가 부각되면서, 활로씨 4정은 완치시킬 수 있는 질환이 아니라 단지 고식적 교정을 하는 질환이며, 만기에 발생할 수 있는 문제점들에 대한 추적 관찰이 강조되고 있다.

이런 여러 가지 문제점 가운데 활로씨 4정 수술 후에 발생하는 급사와 관련이 있는 위험 요인들로는 늦은 나이의 수술 시행, 수술 후 발생하는 여러 부정맥(방실 차단, 심방 부정맥, 심실 빈맥, 운동시의 심실 부정맥), 잔존하는 심실 중격 결손 또는 우심실 유출로 협착, 이로 인한 우심실 압력 증가 및 확장, 심전도상 QRS 기간 연장 등^{11, 12)}이 있다.

급사나 심실성 부정맥을 예견할 수 있는 지표로 많이 사용되는 것이 흉부 X-선상의 심비대와 심전도 이상 소견인데, 기존 연구들에서는 심실의 탈분극과 재분극 이상을 나타내는 소견인 QRS 기간이 180 ms 이상일때, QT 간격 분산이 60 ms 이상일 때, JT 간격 분산이 60 ms 이상일 때를 급사나 심실성 부정맥을 예견할 수 있는 지표로 보고하고 있다^{8, 13)}. 또한 Gatzoulis 등¹¹⁾이 발표한 연구에 따르면 1985년부터 1995년까지 10년간 추적 관찰한 793명의 활로씨 4정 성인 중에서 33명에서 심실성 빈맥이, 29명에서 심방 조동 및 세동이, 그리고 16명에서 급사가 관찰되었는데, 부정맥 및 급사가 있었던 군이 그렇지 않은 군에

비해 심전도상 QRS 기간의 연장, QT 간격 분산이 심했으며 흉부 X-선상의 심비대가 더욱 심하였다. 이는 전기적 현상의 변화 즉 탈분극과 재분극의 장애가 우심실 확장이라는 혈액학적 이상과 관련이 있음을 나타낸 것이라 할 수 있다.

성인에서 신호 평균화 심전도는 심근 경색이나 심근 허혈 환자에서 심실성 빈맥의 위험성을 예견하는 지표로 이용되고 있으나¹⁴⁻¹⁷⁾, 소아에서는 아직 후전위에 관한 통일된 기준이 없다. 그러나 점차적으로 선천성 심질환의 수술 및 비수술적 방법들로 치료 후 생존율이 높아지면서 이에 따른 부정맥의 가능성 발견 등에 이용되고 있다. 신호 평균화 심전도 상의 후전위는 QRS 복합체과 끝 부분에 나타나는 저 진폭, 고 주파 전압으로 이는 비정상적인 부위에서 비동시적으로 발생하여 심실의 활성화를 지연시키는 것을 의미 한다¹⁸⁾. 성인에서 가장 흔히 사용하는 의미 있는 후전위의 기준은 40 Hz의 고주파 통과 필터 사용 시 f-QRS duration>114 ms, HFLA signal>38 ms, RMS<20 μ V 인데, 세 가지 기준 중 한 가지 이상 해당될 때 비정상, 즉 후전위가 존재한다고 간주하나 일부에서는 두 가지 이상을 주장하기도 한다^{19, 20)}. 선천성 심질환의 수술 후 심실 빈맥의 위험도를 평가한 보고에서는 복잡한 수술, RMS<14 μ V, Lown 등급 2 이상인 경우를 심실 빈맥을 예견하는 지표로 제시하였고²¹⁾, 또한

f-QRS가 길수록, RMS가 낮을수록 전기 생리학적 검사에서 심실 빈맥을 유도할 수 있었다고 하였다²²⁾.

이번 연구에서 대상이 되었던 9명의 환자들에서는 표준 12 유도 심전도 소견상 QRS 기간이 180 ms 이상이었던 환자는 한 명도 없었으나 QT 간격 분산이 60 ms 이상이었던 환자는 6명, JT 간격 분산이 60 ms 이상이었던 환자는 7명이었다. 그러나 이들 중 추적 관찰 기간 동안 QRS 기간, QT 간격 분산, JT 간격 분산의 증가를 보인 환자는 한 명도 없었고 JT 간격 분산만 의미 있는 감소가 있었다. 신호 평균화 심전도 검사에서는 f-QRS 기간이 114 ms 이상이었던 환자는 8명이었고, HFLA 38 ms 이상이었던 환자는 2명, RMS 20 μ V 미만이었던 환자는 3명이었다. 이들 환자 중 추적 관찰 기간 동안 f-QRS의 증가, RMS의 감소는 각각 7명, 2명이었으나 통계학적으로 유의한 변화는 없었고, HFLA는 총 9명의 환자 중 7명에서 증가가 있었고, 통계학적으로도 의미 있는 증가였다. 이러한 결과는 장기간에 걸친 우심실 변화에 따른 표준 12 유도 심전도와 신호 평균화 심전도의 변화라고 할 수 있을 것이다. 그러나 실제로는 증례 2만이 1997년 심전도 상에서 이소성 심방 빈맥 소견을 보였고, 1999년 심흉곽비 58%에서 2도의 폐동맥관 역류와 승모판 역류가 지속되고 심흉곽비 68%로 증가 소견 있어 2001년 폐동맥관의 인공 판막 치환술과 승모판막 교정술을 시행하여 2005년 추적 관찰한 심흉곽비 61%가 되었다. 이 후 추적 관찰에서 심유속 차단 및 PR 간격의 연장이 나타났고 이는 2001년도에 시행한 심장 수술과 관계된 것으로 생각되며 항응고 요법을 지속하면서 외래 추적 관찰 중으로 심 흉곽비는 57%까지 감소되었다. 이 환자를 제외하고는 추적 관찰 기간 동안 문제가 될 정도의 심한 폐동맥관 역류나 잔존 폐동맥 협착을 가진 환자는 없었고, 심흉곽비의 의미 있는 변화도 없었다. 폐동맥관 역류의 정도는 아직 심초음파 판정에 대해 확실한 원칙이 없는 현실이나 본 연구에서는 색도플러를 이용하여 도플러 상의 색의 길이와 폭을 확인하고 폐동맥판막 직 하부 까지 내려오면 1도, 그 정도를 벗어나 우심실 유출로 까지 있으면 2도, 우심실 까지 내려오면 3도, 우심실을 거의 다 채우면 4도로 판정하였다. 증례 2는 교정 수술을 시행함으로써 추적 관찰 기간 동안 표준 12 유도 심전도와 신호 평균화 심전도에서 JT 간격 분산은 오히려 감소, f-QRS, HFLA, RMS, MV의 증가가 있었으나 모두 기존의 연구들에서 제시한 급사나 심실성 부정맥을 예견할 수 있는 기준에 합당한 소견은 아니었다. 이에 비해 증례 1은 누두부 비대만 있고 폐동맥 발육이 좋은 청색증이 없는 활로씨 4정으로 교정 수술을 받았고 1도 정도의 폐동맥관 역류를 가졌을 뿐이었으나, QT 간격 분산, JT 간격 분산, f-QRS, HFLA, RMS 모두 기존의 연구들에서 제시한 급사나 심실성 부정맥을 예견할 수 있는 기준에 합당한 소견으로 추적 관찰 기간 동안 실제로 증상이 나타나지는 않았지만 위험 가능성이 커져 더 세심한 관찰이 필요할 것으로 생각된 환자였다. 심한 폐동맥관 역류로 재수술을 받은 1명을 제외하고는 모든 예에서 1-2도를 넘지 않는 폐동맥관

역류를 가졌고, 실제 심흉곽비의 변화도 없었고 운동 능력이나 생활 상태도 양호하여 일부에서만 표준 12 유도 심전도와 신호 평균화 심전도의 변화를 보인 것은 무증상이기는 하지만 지속적인 비정상적인 우심실 변화가 심실의 개형을 초래하여 심실 재분극의 이상을 가져온 결과가 아닐까 생각된다. 또한 수술 후 운동 능력이나 생활 상태가 양호한 경우에 수술 후 추적 관찰의 필요성을 인지하지 못하거나, 수술 후 발생할 수 있는 후기 합병증 및 추적 관찰의 필요성에 대한 교육이 부족하여 추적 관찰된 환자 수가 22명에서 9명으로 상당수가 누락된 것으로 생각된다. 따라서 활로씨 4정 환자들의 수술 후 추적 관찰 및 교육에 좀 더 관심을 기울일 필요성을 되새기게 한다. 그리고 6년 간격의 추적 검사는 심전도와 신호 평균화 심전도의 변화를 보기에는 짧은 간격이 아닌가 생각되고 더 장기적인 추적 검사가 필요하리라 생각된다.

본 연구의 제한점으로 고려되어야 할 사항은 첫째, 대상 환자들의 나이 분포가 10세에서 21세 정도로 다양하며 복합 선천성 심질환 수술 후 환자들의 개인적인 변이를 생각할 때 다양한 심박동수의 변이가 있을 수 있고 우각차단이 있는 경우와 없는 경우가 혼재되어 있어 심전도에 영향을 미칠 수 있음에도 불구하고 심박동수 및 우각차단 존재 여부 등의 다른 인자들이 배제되었다는 점이다. 둘째, 폐동맥관 역류의 정도에 대한 심초음파 판정에 대해 아직 확실한 원칙이 없어 폐동맥관 역류 정도가 평가절하된 가능성을 배제할 수 없다는 것이다. 끝으로 활로씨 4정 교정 수술 후 심한 폐동맥 역류나 심한 부정맥이 있거나 급사한 경우 추적 관찰에서 누락되었을 가능성을 고려해야 할 것으로 생각된다.

결론적으로 교정 수술을 한 활로씨 4정 환자에서 심전도 및 신호 평균화 심전도의 변화는 일부 환자에서 발생하며 장기간의 추적 검사가 필요하고, 예후와의 관계에 대해서도 장기적인 추적 관찰이 필요하다.

요 약

목 적 : 활로씨 4정 교정 수술을 받은 환자들에서 추적관찰 기간 동안 신호 평균화 심전도, 표준 12 유도 심전도 검사를 반복적으로 시행하고, 신호 평균화 심전도 상의 후전위, 심전도상의 QRS 기간, QT 간격 및 JT 간격, QRS 기간 분산, QT 간격 분산 및 JT 간격 분산을 측정하여 우심실 용적 부하 기간에 따른 변화를 알아보고자 하였다.

방 법 : 1985년 이후 경북대학교병원에서 활로씨 4정 교정 수술을 받고 1999년과 2005년에 표준 12 유도 심전도와 신호 평균화 심전도를 추적 관찰할 수 있었던 환자 9명을 대상으로 하였다. 대상 환자에서 1999년을 시점 1로, 2005년을 시점 2로 하여 각 시점별로 시행된 12 유도 심전도와 신호 평균화 심전도를 검토하여 표준 12 유도 심전도에서는 QRS 기간, QT 간격 및 JT 간격, QRS 기간 분산, QT 간격 분산 및 JT 간격 분산,

SAECG에서는 f-QRS, HFLA, RMS, MV를 측정하였다.

결 과 : 시점 1과 시점 2 사이에서 JT 간격 분산은 통계학적으로 의미 있는 감소가 있었고(101.11 ± 50.11 vs 71.11 ± 22.61 ms, $P < 0.05$), HFLA는 통계학적으로 의미 있는 증가가 있었다(24.67 ± 13.19 vs 32.89 ± 14.21 ms, $P < 0.05$). 그러나 다른 계측치들은 유의한 차이가 없었다.

결 론 : 활로씨 4정 환자의 교정 수술 후 발생할 수 있는 폐동맥 역류증, 우심실 확장, 심실성 부정맥, 급사 등의 후기 부작용을 발견하기 위해 추적 관찰 기간 동안 심전도 및 신호 평준화 심전도를 시행 하였고, 일부 계측치에서 유의한 변화를 발견할 수 있었다(JT dispersion, HFLA). 그러나 이러한 계측치의 유의한 변화와 활로씨 4정 환자의 수술 후 예후간의 관계를 규명하기 위해 더 많은 환자에서 더욱 장기적인 추적 관찰이 필요하다.

References

- 1) Lillehei CW, Varco RL, Cohen M, Warden HE, Gott VL, DeWall RA, et al. The first open heart corrections of tetralogy of Fallot: a 26-31 year follow-up of 106 patients. *Ann Surg* 1986;204:490-502.
- 2) Murphy JG, Gersh BJ, Mair DD, Fuster V, McGoon MD, Ilstrup DM, et al. Long-term outcome in patients undergoing surgical repair of tetralogy of Fallot. *N Eng J Med* 1993;329:593-9.
- 3) Pill Whoon Hong, Sae Soon Lee, Sae Whan Kim, Hong Do Cha. Open correction of a Tetralogy of Fallot using heart-lung bypass. *J Kor Surg Soc* 1965;7:205-212.
- 4) Helbing WA, Niezen RA, LE Cessie S, van der Geest RJ, Ottenkamp J, de Roos A. Right ventricular diastolic function in children with pulmonary regurgitation after repair of tetralogy of Fallot: volumetric evaluation by magnetic resonance velocity mapping. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:1827-35.
- 5) Norgard G, Gatzoulis MA, Moraes F, Lincoln C, Shore DF, Shinebourne EA, et al. Relationship between type of outflow tract repair and postoperative right ventricular diastolic physiology in tetralogy of Fallot: implication for long-term outcome. *Circulation* 1996;94:3276-80.
- 6) Gatzoulis MA, Clark AL, Cullen S, Newman CG, Redington AN. Right ventricular diastolic function 15 to 35 years after repair of tetralogy of Fallot: restrictive physiology predicts superior exercise performance. *Circulation* 1995;91:1775-81.
- 7) Bricker JT. Sudden death and tetralogy of Fallot: risks, markers, and causes. *Circulation* 1995;92:158-9.
- 8) Gatzoulis MA, Till JA, Somerville J, Redington AN. Mechano-electrical interaction in tetralogy of Fallot: QRS prolongation relates to right ventricular size and predicts malignant ventricular arrhythmias and sudden death. *Circulation* 1995;92:231-7.
- 9) Harrison D, Harris L, Siu SC, Macloghlin CJ, Connelly MS, Webb GD, et al. Sustained ventricular tachycardia in adult patients late after repair of tetralogy of Fallot. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:1368-73.
- 10) Fallah-Najmabadi H, Dahdah NS, Palcko M, Mehta SK. Normal values and methodologic recommendations for signal-averaged electrocardiography in children and adolescents. *Am J Cardiol* 1996;77:408-12.
- 11) Gatzoulis MA, Balaji S, Webber SA, Siu SC, Hokanson JS, Poile C, et al. Risk factors for arrhythmia and sudden cardiac death late after repair of tetralogy of Fallot: a multi-centre study. *Lancet* 2000;356:975-81.
- 12) Berul CI, Hill SL, Geggel RL, Hijazi ZM, Marx GR, Rhodes J, et al. Electrocardiographic markers of late sudden death risk in postoperative tetralogy of Fallot children. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1997;8:1349-56.
- 13) Gatzoulis MA, Till JA, Redington AN. Depolarization-repolarization inhomogeneity after repair of tetralogy of Fallot: the substrate for malignant ventricular tachycardia. *Circulation* 1997;95:401-4.
- 14) Cain ME, Ambos HD, Markham J, Lindsay BD, Arthur RM. Diagnostic implications of spectral and temporal analysis of the entire cardiac cycle in patients with ventricular tachycardia. *Circulation* 1991;83:1637-48.
- 15) Freedman RA, Gillis AM, Keren A, Soderholm DV, Mason JW. Signal-averaged electrocardiographic late potentials in patients with ventricular fibrillation or ventricular tachycardia: correlation with clinical arrhythmia and electrophysiologic study. *Am J Cardiol* 1985;55:1350-3.
- 16) Ohnishi Y, Inoue T, Fukuzaki H. Value of the signal-averaged electrocardiogram as a predictor of sudden death in myocardial infarction and dilated cardiomyopathy. *Jpn Circ J* 1990;54:127-36.
- 17) Ozawa Y, Yakubo S, Tanigawa M, Nagasawa M, Kojima R, Jinno K, et al. The clinical evaluation of the late potentials in patients with ventricular arrhythmias. *Jpn Circ J* 1987;51:230-41.
- 18) Simson MB, Untereker WJ, Spielman SR, Horowitz LN, Marcus NH, Falcone RA, et al. Relation between late potentials on the body surface and directly recorded fragmented electrograms in patients with ventricular tachycardia. *Am J Cardiol* 1983;51:105-12.
- 19) Breithardt G, Cain ME, el-Sherif N, Flowers NC, Hombach V, Janse M, et al. Standards for analysis of ventricular late potentials using high-resolution or signal-averaged electrocardiography: a statement by a task force committee of the European Society of Cardiology, the American Heart Association, and the American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol* 1991;17:999-1006.
- 20) Gomes JA, Winters SL, Stewart D, Targonski A, Barreca P. Optimal bandpass filters for time-domain analysis of the signal-averaged electrocardiogram. *Am J Cardiol* 1987;60:1290-8.
- 21) Janousek J, Paul T, Bartakova H. Role of late potentials in identifying patients at risk for ventricular tachycardia after surgical correction of congenital heart disease. *Am J Cardiol* 1995;75:146-50.
- 22) Stelling JA, Danford DA, Kugler JD, Windle JR, Cheatham JP, Gumbiner CH, et al. Late potentials and inducible ventricular tachycardia in surgically repaired congenital heart disease. *Circulation* 1990;82:1690-6.